



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

M^{elle} Belghit Samira

&

M^{elle} Djilidjel Hamida

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Biologie

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Thème

*Effet antimicrobien des extraits de Mentha x piperita
sur Escherichia coli responsable dans les infections
urogénitales chez les femmes*

Soutenues publiquement le : 04/07/2018

Devant le Jury :

Président :	M. DJIBAOUI .RACHID	Prof.	U. Mostaganem
Encadreur :	M. AIT SAADA.DJAMAL	MCA	U. Mostaganem
Examineurs :	Mme .AIT CHABANE OUIZA	MCB	U. Mostaganem
Invité :	Mme. NAAS.AWDA	Doctorante	Centre U. Tipaza

Thème réalisé au laboratoire de Technologie alimentaire et Nutrition de l'université de Mostaganem

Année Universitaire 2017/2018

Remerciements

Nous remercions notre créateur **Allah**, le plus Grand, le plus Miséricordieux et le tout puissant pour le courage qu'il nous a donné pour mener à terme ce modeste travail.

Nous commençons par exprimer notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements au **Dr. Ait SAADA Djamel** qui nous a honorés en acceptant de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité et surtout pour sa patience dans l'encadrement de ce mémoire. Nous avons été satisfaits de sa qualité exceptionnelle d'un bon enseignant, merci de nous avoir guidés avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit, veuillez trouver ici toutes les expressions de notre profonde gratitude et nos sentiments de respect. Nous ne pouvons que sincèrement vous exprimer notre respect et notre gratitude.

Nos remerciements sont adressés également aux membres du jury d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre très grande considération et notre profond respect à **Dr. Djibaoui. Rachid** qui nous a fait l'honneur de présider ce jury, un grand merci pour tout ce que nous avons appris grâce à vous au cours de nos années de graduation, vous trouverez ici toutes nos expressions respectueuses et notre profonde gratitude.

Nous remercions vivement aussi le **Ait CHABNE. Ouiza** d'avoir eu l'amabilité de bien vouloir examiner ce travail, mais aussi pour tous ses efforts avec nous, nous étions tous le temps satisfaits de votre qualité exceptionnelle de bon enseignante, et nous remercions **Dr NAAS.AWDA**.

Dédicaces

Je dédier ce travail à tous ceux qui ont sacrifié leur noble existence pour bâtir la mienne, qui par leurs précieux conseils et soutien ont su comment me guider vers la réussite:

A mes très chers parents, nous demandons à Dieu de les protéger et leurs réserver une longue vie ;

A mes chers frères et soeurs : Mohammed Ilyes ; Asma ;

A toute ma famille

A l'ensemble des professeurs qui m'ont suivi durant toutes ses années d'études ;

A ma collègue Hamida;

A mes chers copines : Zahia, Aïcha, Abir; Saliha, Ahlem

A mes amis surtout: Malika, Fatima Bouzid, Salima, Ahlem

A tous ceux qui ont participé pour aboutir à bon terme ce modeste travail.

Tout le personnel de laboratoire technologie et microbiologie pour leur accueil chaleureux et leur précieux aide durant la réalisation de ce travail.

Samira

Dédicaces

Je dédier ce travail à tous ceux qui ont sacrifié leur noble existence pour bâtir la mienne, qui par leurs précieux conseils et soutien ont su comment me guider vers la réussite:

A mes très chers parents, nous demandons à Dieu de les protéger et leurs réserver une longue vie ;

A mes chers frères et soeurs : Mohammed ; Kada; Hamza; Ben dhiba; Fatima; et Karima;

A toute ma famille surtout : Tata Keira et tantôt Abdallah ;

A l'ensemble des professeurs qui m'ont suivi durant toutes ses années d'études ;

A ma collègue Samira;

A mes chers copines : Maria, Sabah, Zahia, Hanane, Amira et Fatima ;

A mes amis surtout: Samia; fatima Lazreug; Laila, Aïcha, Abir;

A tous ceux qui ont participé pour aboutir à bon terme ce modeste travail.

Tout le personnel de laboratoire technologie et microbiologie pour leur accueil chaleureux et leur précieux aide durant la réalisation de ce travail.

Hamida

Hamida

Résumé

Ce travail a porté sur l'étude de l'effet des extraits à l'hexane, au méthanol, à l'éthanol et à l'eau de la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) récoltée dans les régions de Mostaganem et de Naama sur l'un des germes le plus responsable des infections urogénitales chez les femmes à savoir *Escherichia coli*.

L'extraction des composés bioactifs a été effectuée à partir de la partie aérienne de la plante. Les extraits obtenus ont été dilués à 20, 40, 60, 80 et 100%. Les mesures et contrôles ont été réalisés en triples essais et ont concerné (la méthode de contact direct, la méthode de diffusion sur disque, la CMI et la CMB).

L'extrait à l'hexane, le moins polaire, semble exercer le meilleurs effet antimicrobien chez *E.coli* ; avec de faibles taux de croissance et des taux d'inhibitions très élevés.

Le taux de survie est nulle pour les extraits de la menthe poivrée de Mostaganem préparé à 20, 40, 60 et à 100%. Par contre, les extraits de Naama à l'hexane et à l'eau ont accusés une CMI à 80% ; et avec l'extrait méthanolique préparé à 60% et l'extrait ethanologique de 20%.

La CMB des extraits de menthe poivrée collectée à Mostaganem ont été obtenues chez *E.coli* à des extractions éthanologique et aqueux purs de 100% et avec l'extrait à l'hexane de 20% et celui au méthanol concentré à 80%. Concernant, les extraits de la menthe poivrée de Naama, la CMB d'*E.coli* est réalisée avec les extraits purs à l'hexane, et à l'eau de 100%, ainsi qu'avec les extraits au méthanol de 60% et l'éthanol à 20%.

Les extraits aux solvants à différentes polarités de *Mentha x piperita* des deux régions de l'étude semblent exercer un effet de type bactéricide chez *Escherichia coli*.

Mot clés : *Mentha x piperita* ; *Escherichia coli* ; Extrait ; Activité antimicrobienne ; Inhibiteur ; CMI ; CMB.

Abstract:

This work investigated the effect of extracts with hexane, methanol, ethanol and peppermint water (*Mentha x piperita*) harvested in the Mostaganem and Naama regions on one of the most responsible germs for urogenital infections in women namely *Escherichia coli*.

The extraction of the bioactive compound was carried out from the aerial part of the plant. The extracts obtained were diluted to 20, 40, 60, 80 and 100%. The measurements and controls were carried out in triple trials and concerned (the direct contact method, the disk diffusion method, the MIC and the MBC).

The hexane extract, the least polar, seems to have the best antimicrobial effect in *E. coli*; with low growth rates and very high inhibition rates.

The survival rate is zero for Mostaganem peppermint extracts prepared at 20, 40, 60 and 100%. However, Naama extracts with hexane and water showed an MIC of 80%; and with the methanolic extract prepared at 60% and the ethanolic extract at 20%.

The MBC peppermint extracts collected at Mostaganem were obtained from *E. coli* at 100% pure ethanol and aqueous extractions and with the 20% hexane extract and 80% methanol extract. Regarding the extracts of peppermint from Naama, the *E. coli* MBC is made with pure hexane and water extracts of 100%, as well as with the methanol extracts of 60% and 20% ethanol.

Solvent extracts with different polarities of *Mentha x piperita* from both study regions appear to exert a bactericidal effect in *Escherichia coli*.

Keywords : *Mentha x piperita* ; *Escherichia coli* ; Extract ; Antimicrobial activity ; Inhibitor ; MIC ; MBC.

الملخص

هذا العمل يتمحور حول تأثير مستخلصات هكسان ; الميثانول, الايثانول, و المستخلص المائي ل احد النباتات الطبية التي تسمى بالنعناع الحار (*Mentha x piperita*) لمنطقة مستغانم و النعامة على الجراثيم المسؤولة عن التهابات الجهاز البولي التناسلي لدى النساء وهي الإشريشية القولونية (*E.coli*).

تم استخراج المركبات النشطة بيولوجيا من الجزء الهوائي من النبات. تم تخفيف المستخلصات التي تم الحصول عليها من 20 و 40 و 60 و 80 و 100 %. أجريت القياسات والضوابط في تجارب ثلاثية (طريقة الاتصال المباشر ، وطريقة نشر القرص على الجيلوز ، CMI ; CMB

يبدو أن مستخلص الهكسان ، الأقل قطبية ، له أفضل تأثير مضاد للميكروبات *E. Coli*. مع معدلات نمو منخفض ومعدلات تثبيط عالية جدًا .

معدل البقاء هو صفر لمستخلصات النعناع لمنطقة مستغانم أعدت في 20 و 40 و 60 و 100 %. في المقابل ، أظهر مستخلص نعامة مع هكسان وماء نسبة 80 % MIC؛ ومع المستخلص الميثانولي محضر عند 60 % ومستخلص الإيثانول بنسبة 20 %.

تم الحصول على مستخلصات النعناع CMB التي تم جمعها في مستغانم من *E.coli* في 100% = CMB من الإيثانول النقي والاستخراج المائي ومع استخراج 20 % هكسان و 80 % من مستخلص الميثانول. فيما يتعلق بمستخلصات النعناع من نعامة ، فإن CMB مصنوع من مستخلصات هكسين نقية وماء بنسبة 100 % ، بالإضافة إلى مستخلصات الميثانول بنسبة 60 % . 20 % من الإيثانول.

المستخلصات المذيبة ذات القطبية المختلفة من *Mentha x piperita* من كلا منطقتي الدراسة تبدو أنها تمارس تأثير مبيد للجراثيم في *Escherichia coli*.

الكلمات المفتاحية *Mentha x piperita* ؛ *Escherichia coli* ؛ استخراج. نشاط مضاد للميكروبات المانع CMI. CMB .

Liste des abréviations

all : allemand

ang. : Anglais

AMM : Autorisation de mise sur le marché.

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice.

CMB : Concentration Minimale Bactéricide.

°C : Degré Celsius.

Do : Densité optique

di : la densité optique dans la solution phénolique ensemencée avant incubation

df : la densité optique dans la solution phénolique ensemencée après incubation.

Di : la densité optique sans extrait de *Mentha x peperita* avant incubation.

Df. : La densité optique sans extrait de *Mentha x peperita* après incubation.

EMB : Éosine Bleu de Méthylène.

E.coli : *Escherichia coli*.

fr : français

g : gramme

HMPC : Herbal Medicinal Products Committee.

Lb : Lactobacillus

ml : millilitre

mm : millimètre

MH : Mueller Hinton.

PCR : polymérisation chaîne réaction.

S : Taux de survie du microorganisme en %.

V : Volume.

UFC : Unité Formant Colonie

% : pourcentage.

h : heure.

Listes des Figures :

- Figure.1.** L'appareil urinaire.....p3
- Figure 2.** Coupe sagittale de l'appareil génital féminin.....p6
- Figure 3.** *Mentha x piperita*p31
- Figure 4.** Matière végétale broyée (*Mentha x peperita*).....p38
- Figure 5.** Etape d'évaporation des solvants sous vide au rotavapore.p39
- Figure 6.** Etapes d'extractions des composés bioactifs de la menthe poivrée (*Mentha x piperita*). p40
- Figure 7.** Activation de la souche bactérienne (*E.coli*). p41
- Figure 8.** Méthode de contact directe. P 42
- Figure 9.** Disques préparés à partir filtre wattman. **P43**
- Figure 10.** Méthode des disques par diffusion sur gélose MH 44
- Figure 11.** Méthode de la détermination de la CMB d'espèce étudiée.47
- Figure 12.** Effet des extraits bioactifs de la Menthe poivrée prélevée de la région de Mostaganem sur la croissance *E.coli*. p4
- Figure 13.** Effet des extraits bioactifs de la Menthe poivrée prélevée de la région de Naama sur la croissance *E.coli*. p49
- Figure 14.** Diamètres d'inhibitions des extraits de la Menthe poivrée prélevée dans la région Mostaganem chez *E.coli*. p53
- Figure 15.** Diamètres d'inhibitions des extraits de la Menthe poivrée prélevée dans la région Naama chez *E.coli*.54
- Figure 16.** Concentration Minimale Bactéricides des extraits de Menthe poivrée prélevée à Mostaganem p60
- Figure 17.** Concentration Minimale Bactéricides des extraits de Menthe poivrée prélevée à Naama chez *E.coli*. p 61

Listes des tableaux :

Tableau 1. Différentes flores vaginales normales.	p11
Tableau 2. Quelques caractéristiques de genre <i>Escherichia coli</i>	p16
Tableau 3. Principaux caractères différentiels d' <i>Escherichia.coli</i> , <i>E.hermannii</i> , <i>E. vulneris</i> , <i>E. fergusonii</i> . P20	
Tableau 4. Cassification de menthe poivrée	p31
Tableau 5. Effets des extraits de la <i>Menthe poivrée</i> prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur la croissance d' <i>E.coli</i>	p51
Tableau 6. Effets des extraits de la <i>Menthe poivrée</i> prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur le taux de croissance d' <i>E.coli</i>	p52
Tableau 7. Effets des extraits de la <i>Menthe poivrée</i> prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur les diamètres d'inhibition d' <i>E coli</i>	57
Tableau 8. Effets des extraits de la <i>Menthe poivrée</i> prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur les taux d'inhibitions d' <i>E coli</i>	57
Tableau 9. Evaluation des Concentration Minimale Inhibitrices des extraits bioactifs de Menthe poivrée chez <i>E.coli</i>	59
Tableau 10. Action inhibitrice des extraits bioactifs de la Menthe poivrée prélevée des régions de Mostaganem et de Naama chez <i>E.coli</i> . p	62

Table de matière

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction général..... 01

Première partie : Étude bibliographique

Chapitre I : les infections urogénitales

1Appareil urinaire..... 03

1.1. Anatomie et physiologie de l'appareil urinaire..... 03

1.1.1. Les reins..... 04

1.1.2La vessie..... 04

1.1.3Urètre..... 04

1.1.4. Bassin..... 04

1.1.5. Uretère..... 04

1.2. Fonctionnement des organes de l'appareil urinaire..... 04

1.2.1Rein..... 04

1.2.2. Uretère..... 04

1.2.3. Vessie..... 04

1.2.4. Urètre..... 04

1.3. L'infection urinaire.....	06
1.3.1. Epidémiologie.....	06
1.3.1.1. Chez l'enfant (rare).....	06
1.3.1.2. Chez l'homme (rare).....	06
1.3.1.3. Chez la femme (fréquente).....	06
1.3.2. Bactériologie des infections urinaires.....	06
1.3.2.1 Bactériologie des infections urinaires.....	06
1.3.2.2 Les germes pathogènes responsables de l'infection urinaire.....	06
L'appareil génital féminin.....	06
2.1. Définition	06
2.2. Partie internes de l'appareil génital.....	07
2.2.1. Les ovaires.....	07
2.2.2. Les voies génitales formées par.....	07
2.2.2.1. Les trompes utérines.....	08
2.2.2.2. L'utérus.....	08
2.2.2.3. Le vagin.....	08
2.3. Partie externes de l'appareil génital.....	09
2.3.1. Vulve.....	09
2.3.2. Le vestibule.....	09
2.3.3. Glandes de Bartholin.....	09
2.3.4. Le clitoris.....	09
2.4. Evolution de la flore génitale normale.....	09
2.4.1. Avant la puberté.....	09
2.4.2. Au moment de la puberté.....	09

2.4.3. Chez la femme adulte.....	09
2.4.4. Au cours de la grossesse.....	09
2.4.5.À la cour du cycle menstruel.....	10
2.4.6. Après la ménopause.....	10
2.5. Composition de la flore vaginale d'une femme adulte normale.....	11
2.6. Flore vaginale et portage de bactéries à haut risque infectieux.....	12
2.6.1 .La flore.....	12
2.6.1.1. Les principales bactéries concernées.....	13

Chapitre II : Escherichia coli

1. Généralités.....	14
2. Historique.....	14
3. Habitat.....	14
4. Classification phylogénique.....	15
5. Caractères morphologiques et cultureux.....	15
6. Caractères biochimiques.....	15
07. Caractères antigéniques.....	16
07.1. Antigènes O.....	16
07.2. Antigènes de surface.....	17
07.2.1. Antigènes de surface, de nature polysaccharidique.....	17
07.2.2. Antigènes de surface, de nature protéique.....	17
07.3. Antigène M.....	17
07.4. Antigènes H.....	17
07.5. Les substances élaborées.....	18
8. Souches atypiques d'Escherichia .coli.....	18

9. Pouvoir pathogène.....	18
9.1. I infections urinaires.....	18
9.2. Septicémies et méningites.....	19
9.3. Suppuration ou infections diverses.....	19
10. Groupement des facteurs de pathogénicité.....	19
11. Autres espèces du genre Escherichia.....	20
12. Diagnostic biologique.....	21
13. Bases de traitement.....	21

Chapitre III : plantes médicinales aromatiques

1. Généralité.....	22
2. Plante médicinale.....	22
3. Aperçu sur la systématique des plantes.....	22
4. Approche taxonomique.....	22
5. Les caractéristiques des plantes.....	23
6. Intérêt de l'étude des Plantes Médicinales.....	23
7. P principes actifs des plantes médicinales.....	24
8. Les plantes dans la thérapeutique.....	24
9. Aromathérapie.....	25
10. Les propriétés et les vertus thérapeutiques des PM.....	25
11. Approche chimique.....	26
12. Les principales familles de métabolites secondaires chez les plantes...	27
12.1. Composés phénoliques.....	27
12.1. Composés phénoliques.....	27
12.2. Les flavonoïdes.....	27

12.3. Les tanins.....	28
12.3.1. Tanins hydrolysables.....	28
12.3.2. Les tanins condensés (proanthocyanidines).....	28
12.6. Les hétérosides.....	30
12.5. Les alcaloïdes.....	30
13. Activité antimicrobienne des plantes aromatiques et médicinales.....	30
14. Présentation de la Menthe poivrée (<i>Mentha x piperita</i> L.).....	31
15. Dénomination vernaculaires.....	32
16. Origines historiques.....	33
17. Description botanique.....	33
18. Composition chimique.....	33
18.1. Constituants.....	33
19. Pays d'origine.....	33
20. Principaux pays producteurs.....	33
21. Culture.....	33
22. Toxicologie.....	33
23. Capacité antioxydante.....	34
24. Activité antiallergique.....	34
25. Activité antivirale et antibactérienne.....	35
26. Activité antitumorales.....	35
27. Emplois.....	36

Deuxième partie : Méthodologie.

1. Objectif.....	37
2. Région de prélèvement et traitements préliminaires du matériel végétal	38

3. Extraction des composés bioactifs aux solvants à différentes polarités..	38
4. Etude des effets antimicrobiens des extraits de menthe poivrée.....	41
4.1. Activation de la souche.....	41
4.2. Méthode de contact direct.....	41
4.2. Méthode de contact direct.....	42
4.4. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	44
4.5. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB).....	47
5. Traitement statistique.....	47

Troisième partie : Résultats et discussions

1. Résultats.....	48
1.1. Croissance du germe E.coli.....	49
1.2 .Taux de croissance.....	50
1.3. Test de diffusion sur disque du germe E.coli.....	53
1.4. Taux d'inhibition.....	55
1.5. Concentration minimale inhibitrice (CMI).....	55
1.6. Concentration minimal bactéricide (CMB).....	59
1.7. Type d'inhibition des extraits aux solvants.....	62
2. Discussion.....	63

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Les infections en générale posent un véritable problème de santé publique du fait de leur fréquence, leur gravité et leur coût socioéconomique. Leurs traitements par les antibiotiques restent le moyen de choix ; mais l'émergence de bactéries résistantes pose un problème d'inefficacité de ces molécules anti-infectieuses. Les micro-organismes les plus incriminés dans les infections urogénitales sont les bacilles à gram négatif, hôtes naturels de l'intestin et de l'environnement, dont *Escherichia coli* est la plus incriminée. Le moyen de lutte le plus fréquemment utilisé est l'antibiothérapie, mais la prescription massive et probabiliste de ces molécules a été rapidement suivie par l'émergence de bactéries résistantes. Même l'utilisation de nouvelles molécules de quinolones s'est avérée inefficace suite aux mécanismes de résistances développées par les bactéries (Lazrak, 2014).

Jadis, les plantes étaient le seul moyen pour traiter les infections mêmes avant de découvrir les microbes. Aujourd'hui, 80% des populations à travers le monde utilisent les plantes médicinales pour se soigner, par manque d'accès aux médicaments prescrits par la médecine moderne mais aussi parce que ces plantes ont souvent une réelle efficacité (Dibong *et al.*, 2011 ; Zhang, 2002). Ils restent aux scientifiques de préciser les propriétés et de valider les usages des plantes aromatiques et médicinales qui constituent un réservoir naturel de molécules bioactives (Pelt, 2001).

A travers des siècles passés, les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales furent la principale, voir l'unique source de remède. Un grand nombre de plante médicinales et aromatiques et des plantes épicées cultivées ou spontanées possèdent des propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent application dans divers domaines dont en médecine, pharmacie, cosmétologie et en agriculture. Cependant, l'évaluation des effets biologiques de ces plantes que certains ont des utilisations thérapeutiques présente actuellement une tâche très intéressante.

La menthe poivrée (*Mentha x piperita*) fait partie des tisanes à ingrédient unique les plus populaires et occupe une place privilégiée dans la phytothérapie, elle est cultivée depuis l'antiquité pour ses propriétés médicinales. La tradition lui attribue des propriétés aromatiques (toniques, fortifiantes) et des propriétés digestives (combattre les lourdeurs, les ballonnements, troubles biliaires, dyspepsie, entérite, flatulence, gastrite, colique

intestinale et spasmes de la voie biliaire, de la vésicule biliaire et le tractus gastro-intestinal...etc.), utilisée pour soulager, les coliques, nausées, diarrhée, et la maladie de Crohn(**Blumenthal et al., 1998**).

La menthe poivrée par leur odeur et leur activité et richesse en composées bioactives, ont une place particulière dans l'ensemble des plantes aromatiques. Grâce à certaines propriétés spécifiques, les utilisations thérapeutiques des menthes sont multiples. En usage local, les médicaments à base de menthe sont utilisés comme adoucissant et comme protecteur (contre les crevasses et les piqûres d'insectes); pour assurer l'hygiène buccale et comme antalgique (**Diane et Jeffrey,2006**).

Dans ce contexte notre objectif est de démontrer l'effet antibactérien de la menthe poivrée récoltée dans deux régions du pays les plus contrastées au plan pédoclimatique à savoir (Mostaganem et Naama) sur le germe *Escherichia coli* responsable des infections urogénitales les plus fréquemment retrouvées chez les femmes.

Le système uro-génital féminin est composé de deux appareils qui ont chacun une fonction bien précise:

- ✓ L'appareil urinaire.
- ✓ L'appareil génital.

1. Appareil urinaire :

1.1. Anatomie et physiologie de l'appareil urinaire :

L'appareil urinaire comprend les organes urinaires et souvent étudié en combinaison avec le système reproducteur, qui comprend les organes génitaux ces organes sont souvent étudiés ensemble du fait qu'ils sont situés dans la même région du corps et qu'ils partagent un certain nombre de fonctions. L'appareil urinaire est pratiquement le même chez l'homme et chez la femme, à l'exception notable de l'urètre, qui chez l'homme se prolonge dans le pénis, alors qu'il s'ouvre dans la vulve chez la femme (Flèche, 2012).

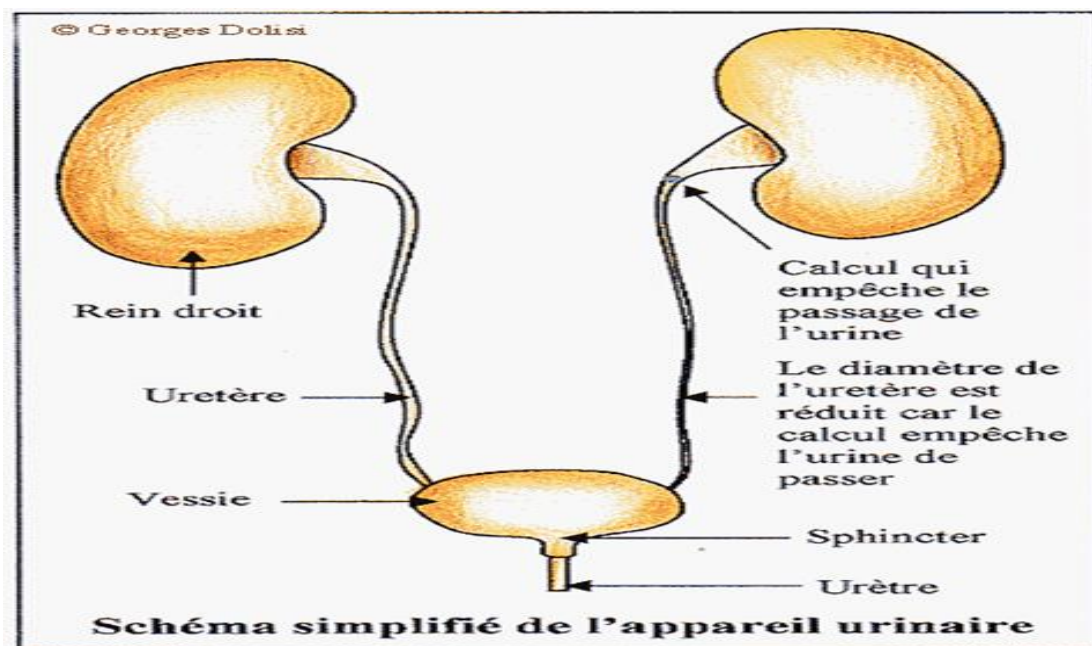


Figure.01 L'appareil urinaire (<https://www.futura-sciences.com>)

1.1.1. Les reins sont des organes glandulaire en forme de haricot ; situés de part et d'autre de la colonne vertébrales, ils se trouvent en arrière du sac péritonéal et dont la fonction principale est la sécrétion de l'urine.

1.1.2. La vessie est un réservoir musculo-membraneux, qui reçoit et emmagasine l'urine dont l'évacuation est assurée par l'urètre(**Eline, 2008**) .

1.1.3. Urètre possède une tunique musculaire et des sphincters lisses et striée(**Eline,2008**).

1.1.4. Bassin est un organe d'entonnoir aplati s'ouvrant par sa base dans la cavité du rein dont il collecte l'urine et se prolonge par l'uretère (**Eline,2008**).

1.1.5. Uretère est un conduit musculo-membraneux d'environ 4 à 5 mm de diamètre et de 25mm de long qui véhicule les urines du bassin à la vessie(**Eline, 2008**).

1.2. Fonctionnement des organes de l'appareil urinaire :

1.2.1. Rein :

- ✓ Filtration glomérulaire de la plupart des petites molécules du plasma sanguin pour former un ultra filtrat de plasma.
- ✓ Réabsorption tubulaire sélective de la plus grande partie de l'eau et de certaines autres molécules de l'ultra filtrat.
- ✓ Sécrétion de certains produits d'excrétion directement du sang dans l'urine.
- ✓ Maintien de l'équilibre acido-basique par sécrétion tubulaire sélective d'ions H⁺ dans l'urine. (**Eline, 2008**).

1-2-2. Uretère :

- ✓ Les uretères recueillent l'urine produite par les reins pour la conduire dans la vessie, où elle est stockée jusqu'à la miction.

1-2-3. Vessie :

- ✓ La vessie accumule l'urine jusqu'à son excrétion.

1.2.4. Urètre :

- ✓ l'urètre. L'urètre permet de transporter l'urine de la vessie jusqu'au méat à l'extrémité du pénis chez l'homme, ou jusqu'à un orifice allongé situé au milieu de la vulve, chez la femme (**Flèche, 2012**).

1.3. L'infection urinaire :

L'infection urinaire est une maladie infectieuse très répandue. Il s'agit d'une colonisation des voies urinaires par un et ou plusieurs germes. Les bacilles à Gram d'origine entérique (colon), dans première étape vont coloniser la peau et les muqueuses génitales externes. Ensuite colonisent l'urètre distal (**Gonthier, 2000**).

1.3.1..Epidémiologie :

1-3-1-1 Chez l'enfant (rare): Les infections urinaires du nourrisson ou du grand enfant de sexe masculin sont associées à des malformations de l'appareil urinaire dans 50 % des cas.

1-3-1-2 Chez l'homme (rare) : Pour qui l'incidence augmente nettement après 50 ans. Toute infection urinaire basse de l'homme de plus de 50 ans doit être considérée comme une prostatite.

1-3-1-3 Chez la femme (fréquente) : Avec 2 périodes plus particulièrement à risque :

- Début de l'activité sexuelle
- Post-ménopause (**Tattevin, 2003**)

1.3.2. Bactériologie des infections urinaires :

1.3.2.1.Tractus urinaire :

Chez un individu sain, le rein, l'urètre et la vessie urinaire sont essentiellement exempts de micro- organismes. La partie supérieure de l'urètre près de la vessie est stérile en raison de rinçage mécanique et à l'activité antibactérienne possible des muqueuses urétrales (**Patrick et al., 1988**).

1.3.2.2. Les germes pathogènes responsables de l'infection urinaire :

L'infection urinaire sont les infections nosocomiales les plus fréquentes et sont observées chez 3 à 4 des patients en hospitalisation aigüe l'agent pathogène le plus commun de l'arbre urinaire est *Escherichia coli* ; il est responsable de 80% de toutes les infections urinaires contractées à l'extérieur de l'hôpital mais seule une petite fraction des nombreux clones bactériens existants entraîne des infections urinaires. D'autres entérobactéries peuvent être la cause d'infection chez les garçons et les hommes et aussi chez les femmes avec des

complications. Le *staphylococcus saprophyticus* est commun chez les jeunes femmes (**Minor et Veron,1989**).

2-L'appareil génital féminin :

2.1.Définition :

L'appareil génital féminin est l'ensemble des organes chargés de la reproduction chez la femme comporte trois parties:

- ✓ Les organes génitaux internes représentés par deux ovaires
- ✓ Les voies génitales formées par la trompe utérine, l'utérus et le vagin
- ✓ Les organes génitaux externes comprenant la vulve (**Delmas et al.,2008**)

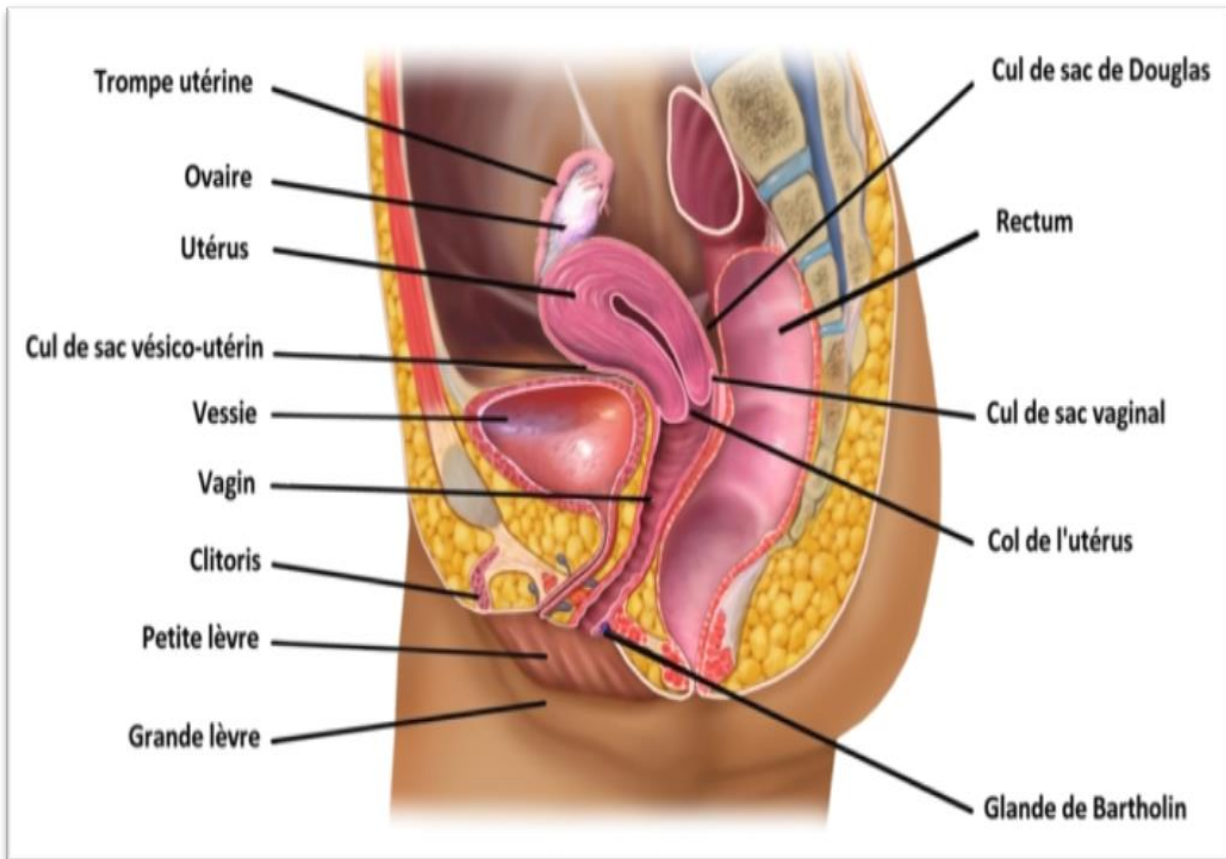


Figure .02 Coupe sagittale de l'appareil génital féminin (**Delmas et al ., 2008**).

2.2. Partie internes de l'appareil génital :

2.2.1. Les ovaires

Les ovaires sont des glandes en forme d'amande, situés de part et d'autre de l'utérus. Ils produisent les ovules et ont pour fonction la sécrétion des hormones sexuelles féminines telles que les œstrogènes et la progestérone qui interviennent dans le développement des caractères sexuels secondaires, dans le cycle menstruel, dans la nidation de l'œuf ainsi que dans le développement du placenta (**Tortora et Derrickson, 2006**)

De la puberté à la ménopause, l'ovaire est l'objet de modification cyclique mensuelle (le cycle ovarien) dont l'objectif est de libérer, chaque mois, un ovocyte (lors de l'ovulation) prêt à être fécondé et de préparer la paroi de l'utérus (l'endomètre) à une éventuelle implantation.

2.2.2 Les voies génitales formées par :

2.2.2.1. Les trompes utérines :

Les deux trompes utérines, ou trompes de Fallope sont situées de part et d'autre de l'utérus et le relient aux ovaires. Leur fonction est de recueillir l'ovocyte expulsé par l'ovaire et leur pavillon constitue le lieu de la fécondation. Les trompes de Fallope sont constituées intérieurement d'un épithélium cylindrique simple et cilié et à l'extérieur de deux couches musculaires lisses qui permettent le déplacement de la trompe (**Tortora et Derrickson, 2006**)

2.2.2.2 . L'utérus :

L'utérus est un organe creux en forme de poire renversée, situé entre la vessie et le rectum, dont l'intérieur est hautement vascularisé. Il est composé de trois parties (de haut en bas) :

✓ **Le corps utérin** dans lequel s'abouchent les trompes utérines et dans lequel s'implantent l'œuf fécondé ;

✓ **L'isthme utérin** correspondant au rétrécissement de la partie inférieure du corps utérin.

✓ **Le col utérin** comprenant deux parties: l'endocol, dont la lumière étroite et cylindrique constitue le canal endocervical, et l'exocol, qui forme une protrusion au fond du vagin.

La paroi de l'utérus est constituée de trois couches tissulaires :

✓ Le périmètre, également appelé péritoine.

- ✓ Le myomètre qui est une épaisse couche musculaire où se trouvent les vaisseaux sanguins et les nerfs
- ✓ L'endomètre contenant un grand nombre de glandes tubulaires sécrétant du mucus
(Tortora et Derrickson, 2006).

2.2.2.3. Le vagin :

Le vagin est une cavité musculo-membraneuse située entre la vessie et l'uretère en avant, et le rectum en arrière.

Le vagin est un viscère pelvi-péritonéal, qui compte 2 faces, antérieure et postérieure, 2 bords latéraux, et deux extrémités, le fornix vaginal, cul-de-sac annulaire au fond du vagin, et l'orifice vaginal.

Ses dimensions et son calibre sont très variables puisqu'il s'agit d'un organe musculo-membraneux, élastique et compliant, soumis à de nombreuses déformations, notamment lors de l'acte sexuel, Lors des menstruations, lors de la pose de tampons hygiéniques intra-vaginaux ou d'une contraception locale intra-vaginale, lors d'un accouchement par voie basse. Sa longueur moyenne est de 8 cm pour la paroi antérieure et de 10 cm pour la paroi postérieure. Sa surface interne est représentée par des plis transversaux et une colonne longitudinale médiane sur chaque paroi (Delmas et al., 2008)

2.3. Partie externes de l'appareil génital :

2.3.1. Vulve :

La vulve ou organes génitaux externes (petites lèvres, grandes lèvres et orifice génital). La vulve regroupe l'ensemble des organes génitaux externes. Elle comprend : le vestibule et ses glandes (glandes de Bartholin), le clitoris et les petites lèvres, le mont du pubis et les grandes lèvres.

2.3.2. Le vestibule :

C'est une dépression dans laquelle s'ouvrent le vagin et l'urètre. Il est limité vers les côtés par le bulbe vestibulaire (organe érectile correspondant au corps spongieux du pubis).

2.3.3. Glandes de Bartholin :

Elles sont calfeutrées dans le muscle transverse profond du périnée et recouvertes par les muscles bulbo-spongieux (Tortora et Derrickson, 2006).

2.3.4. Le clitoris : Organes érectiles féminins. Il est situé sous la symphyse pubienne entre les grandes lèvres (**Delmas et al., 2008**).

2.4. Evolution de la flore génitale normale

La composition de la flore vaginale varie en fonction du cycle menstruel et de l'étape de la vie sous l'influence d'un facteur primordial : l'imprégnation oestrogénique (**Bergogne, 2007**).

2.4.1. Avant la puberté :

A la naissance, la flore est nulle puis rapidement le vagin sera colonisé par des bactéries issues des fèces et des mains de la mère ou du personnel soignant, cette flore est quantitativement pauvre. Elle est formée majoritairement de bactéries fécales et cutanées (*Escherichia coli*, *Staphylocoques*). Cependant, au cours des 6 premières semaines de la vie, la muqueuse vaginale est imprégnée d'oestrogènes maternels et la flore vaginale peut comporter des lactobacilles (les oestrogènes favorisent l'accumulation de glycogène dans les cellules de l'épithélium vaginal qui constitue le substrat préférentiel de Lactobacilles). Pendant l'enfance la flore restera toutefois pauvre, mais la découverte occasionnelle de *Trichomonas vaginalis*, de *Neisseria* ou de *Mycoplasmes* doit faire suspecter une hygiène défectueuse, voire un abus sexuel : une infection vaginale de la petite fille doit conduire à la recherche de l'origine de la contamination (**Bergogne, 2007**).

2.4.2. Au moment de la puberté :

On entre dans la phase d'imprégnation oestrogénique débutante et la sécrétion d'oestrogènes s'accompagne de la colonisation progressive du vagin par une flore d'adulte : lactobacilles, bactéries anaérobies (**Bergogne, 2007**).

2.4.3. Chez la femme adulte :

Cette évolution se confirme, mais va subir des variations liées aux différentes étapes de la vie génitale de la femme (**Bergogne, 2007**).

2.4.4. Au cours de la grossesse :

La quantité de glycogène augmente dans la cellule de l'épithélium vaginale, ce qui entraîne une multiplication des lactobacilles et une raréfaction des bactéries anaérobies (**Erraoudy et al., 2006**).

2.4.5. À la cour du cycle menstruel :

L'abondance des germes anaérobies est à peu près stable entre le début et la fin du cycle menstruel alors qu'il y a diminution de 10 à 100 fois du nombre des aérobies.

2.4.6. Après la ménopause :

Après la ménopause : La flore génitale s'appauvrit à mesure que l'imprégnation hormonale diminue et qu'un état d'atrophie vaginale s'installe en absence d'usage d'œstrogènes de substitution (Erraoudy *et al.*, 2006).

2.5. Composition de la flore vaginale d'une femme adulte normale :

Pour une femme saine, d'âge moyen (post-pubertaire et pré ménopausée), non enceinte et non menstruée, la flore vaginale est dominée par des lactobacilles composant « la flore de Doderlein » (Lepargneur et Rousseau, 2002).

Plusieurs espèces de lactobacilles peuvent coloniser le vagin, ils sont soit isolés, soit associés. Les espèces les plus couramment rencontrées sont :

- Majoritairement (*Lactobacillus. Crispatus*, *Lb. Gasseri*, *Lb. jensenii* et *Lb. iners*,)
- Puis (*Lb. vaginalis*, *Lb. ruminis*, *Lb. oris* et *Lb. Reuteri*) (Tarnberg *et al.*., 2002).

Remarque : Quelques espèces de Bifidobactéries (microorganismes polymorphes Gram variable apparentés au groupe des bactéries lactiques) ont aussi été isolées mais moins fréquemment : *Bifidobacterium bifidum*, *Bf. breve*, *Bf. adolescentis* et *Bf. Longum*. A l'état physiologique, le vagin peut contenir des bactéries appartenant à trois grands groupes « écologiques » (tableau 1) (Korshunov *et al.*., 1999).

Flore de groupe I :

Flore bactérienne de portage habituel spécifiquement adaptée à la cavité vaginale chez au moins 98 % des femmes à des concentrations élevées : 10⁷-10⁹ bactéries/g de sécrétions vaginales (flore de Doderlein) (Lansac, 2006).

Flore de groupe II :

Flore bactérienne dont le portage est fréquent (2 à 80%); on y retrouve les hôtes usuels de la flore digestive mais aussi *Mycoplasmes* et *Gardnerella vaginalis* (Lansac, 2006).

Flore de groupe III :

Flore bactérienne de portage exceptionnel 0,1 à 2% selon les bactéries en cause ; on y retrouve les hôtes usuels de la flore oropharyngée. Au total, l'écologie microbienne du vagin peut se définir de la façon suivante : **(Lansac, 2006).**

- Prédominance de bactéries lactiques : 10⁷ à 10⁹ bactéries/g.
- Présence de *Gardnerella vaginalis* chez 5 à 60 % des femmes.
- Présence de Mycoplasmes chez au moins 10 à 30% des femmes.

Tableau .01 Différentes flores vaginales normales **(Lansac, 2006).**

Groupe I	Espèces bactériennes dont le portage est habituel (98 à 100 %) : Lactobacillus (bacille de Doderlein) - Streptocoques alphahémolytiques – Corynébactéries
Groupe II	Espèces bactériennes dont le portage est fréquent (2 à 80%) Hôtes usuels de la flore digestive : - Streptocoques du groupe B et Enterococcus, - Entérobactéries : <i>E. coli</i> , <i>Proteus</i> , <i>Morganella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Serratia</i> - Bactéries anaérobies : <i>Bacteroides</i> , <i>Prevotella</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Peptostreptococcus</i> , <i>Veillonella</i> , <i>Mobiluncus</i> Origine écologique plus incertaine : - <i>Gardnerella vaginalis</i> - Mycoplasmes : <i>M. hominis</i> , <i>U. urealyticum</i> - <i>Atopobium vaginae</i>
Groupe III	Espèces bactériennes dont le portage est exceptionnel (0,1 à 2 %) : - <i>Haemophilus influenzae</i> et <i>parainfluenzae</i> - <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>pneumocoques</i> - <i>Neisseria</i> , <i>Branhamella</i> , méningocoque

2.6. Flore vaginale et portage de bactéries à haut risque infectieux :

La cavité vaginale est colonisée à l'état naturel par des bactéries. Les lactobacilles (*Lactobacillus crispatus*, *L. jensenii*, *L. iners*, *L. gasseri*) sont les bactéries prédominantes de la flore vaginale dite normale. Ils assurent le maintien de l'écologie vaginale par la production de peroxyde d'hydrogène, d'acide lactique et de substances inhibant la croissance bactérienne (bactériocines), par leur adhérence aux parois vaginales (biofilm) et par le contrôle du pH vaginal entre 3,8 et 4,5. Ces mécanismes inhibent la multiplication d'autres bactéries dont la

présence est possible à l'état normal (*Corynebacterium spp*, *Streptococcus spp*, *Enterococcus*, *Gardnerella vaginalis*, *Mobiluncus spp*, *Candida albicans*). La rupture de cet équilibre conduit à la vaginose bactérienne. Cette dernière se définit comme un déséquilibre de la flore vaginale, caractérisé par le remplacement des lactobacilles par une flore polymicrobienne comprenant *Gardnerella vaginalis*, *Mycoplasma hominis*, *Atopobium vaginae*, *Mobiluncus spp* et d'autres bactéries anaérobies (**Menard et Bretelle,2008**).

2.6.1. La flore:

La flore vaginale comporte une espèce bactérienne commensale du vagin dite «bactérie vaginale à haut risque infectieux (BVHRI) materno-fœtal» en raison de son importance dans l'étiologie des infections materno-fœtales et néonatales. La flore dominante de Doderlein est généralement bien conservée et les BVHRI en quantité telle, qu'elles ne sont pas observables à la coloration de Gram (<105 bactéries/g de sécrétions vaginales) et donc dépistable que par culture(**Lansac, 2006**).

2.6.1.1.Les principales bactéries concernées sont:

✓ *Streptococcus agalactiae* :

Cette bactérie touche le couple mère enfant avec facteurs de risque; mais aussi se révèle être l'agent infectieux le plus agressif pour l'enfant de plus de 2 500 g. Les taux de colonisation des voies génitales maternelles rapportés dans la littérature chez les femmes enceintes sont très variables allant de 2% à 35%. En France, des travaux récents estiment ce taux de portage à environ 10%. L'étude de la structure génétique de l'espèce *S. agalactiae* montre que la population vaginale se subdivise en deux grands groupes phylogénétiques distincts: l'un est homogène et composé de sérotypes capsulaires III, l'autre est relativement hétérogène et composé de souches appartenant à 9 sérotypes (Ia, Ib, II, III, IV, V, VI, VII et VIII). Les souches invasives se répartissent au sein de sous-groupes relativement homogènes suggérant que les isolats capables d'envahir le système nerveux central du nouveau-né sont issus, à l'intérieur de l'espèce, de clones spécialisés. Des transferts génétiques horizontaux sont probablement à l'origine de l'émergence de clones de *S. agalactiae* «pathogènes» dans la population de souches commensales vaginales (**Lansac, 2006**).

√ *Escherichia coli* :

Bactérie qui se partage avec *S. agalactiae* l'étiologie des infections materno-fœtales et néonatales dans les situations à risque comme la prématurité et/ou la rupture prématurée des membranes. Cette espèce est génétiquement diverse et les souches se distribuent dans quatre groupes phylogénétiques appelés groupe ECOR A, B1, D et B2. Dans la flore intestinale, les souches sont majoritairement du groupe ECOR B1 et D. Les spécificités écologiques du milieu vaginal enrichissent la population vaginale en souches du groupe ECOR B2 qui sont les seules à pouvoir franchir la barrière hémato-méningée.

Certains de ces isolats vaginaux, pour moitié de sérotypes capsulaire K1, qui possèdent un équipement en gènes codant certains facteurs de virulence (hémolysine alpha, pili de type S, aërobactine, protéine d'invasion de la micro vascularisation cérébrale...) sont significativement plus souvent associés aux infections néonatales.

Plus rarement, d'autres bactéries comme *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes* sont retrouvés dans la flore vaginale et responsables d'infections utéroannexielles ou néonatales dans les situations à risque (**Lansac, 2006**).

1. Généralités:

Les *E. coli*, communément appelés colibacilles, font partie de la flore microbienne de la partie terminale du tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud.

Il est donc normal d'en isoler dans les boîtes de milieux pour coproculture où ils sont souvent prédominants. Mais il ne faut pas pour autant en conclure que les *E. coli* sont les bactéries les plus abondantes dans le gros intestin : la très grande majorité de la flore microbienne (99%) y est constituée de bactéries anaérobies strictes, qui ne poussent pas dans les conditions où sont faites habituellement les coprocultures.

Les *E. coli*, qui sont des bactéries commensales du tube digestif, peuvent éventuellement se comporter comme des pathogènes opportunistes et causer, quand les circonstances s'y prêtent:

- soit des infections extra- intestinales, en particulier au niveau du tractus urinaire (*E. coli* est l'espèce bactérienne, la plus fréquemment isolée dans les infections urinaires). Les sérovars (sérotype) d'*E. coli* dans les urines sont les mêmes que ceux présents dans les selles, et il est maintenant admis que leur point de départ est le tube digestif.
- soit des maladies diarrhéiques dont certaines souches d'*E. coli* sont les agents pathogènes (Le Minor, 1993).

2. Historique :

En 1885, ESCHERICH décrivait *Bacterium coli* commune, un microorganisme commensal du colon. En 1895, ce même auteur retrouva cette bactérie dans les cas d'infection urinaire. Le nom d'*Escherichia coli* fut proposé par CASTELLANI et CHALMERS en 1919. Théodore ESCHERICH, en observant la fréquence des diarrhées néonatales, s'était posé la question de l'implication du colibacille dans les entérites. Après la seconde guerre mondiale, les connaissances ont convergé pour établir le concept de virulence de certaines souches d'*E. coli*. Dans les années 1950, de nombreuses souches d'*E. coli* ont été incriminées en tant qu'agent étiologique des diarrhées infantiles. Maintenant certaines souches « spécialisées » d'*E. coli* sont associées à des pathologies très diverses (y compris extra intestinales), tant chez l'homme que chez l'animal : diarrhées, gastro-entérites, infection du tractus urinaire, méningite, septicémies <<maladie des hamburgers>>, le syndrome hémolytique et urémique etc. Ainsi depuis les années 1950, les bactériologistes ont essayé, grâce aux différences antigéniques d'*E. coli*

de subdiviser l'espèce en sérotypes, en immunisant les lapins avec des antigènes somatiques et flagellaires. La sérotypie reste la méthode la plus utilisée actuellement (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Escherichia-coli>).

3.Habitat :

C'est l'espèce dominante de la flore aérobie du tube digestif. *E.coli* ou colibacille est habituellement une bactérie commensale. Elle peut devenir pathogène si les défenses de l'hôte se trouvent affaiblies ou si elle acquiert des facteurs de virulence particuliers (Nauciel et Vildé, 2005).

4.Classification phylogénique :

Selon (Delarras, 2007), la classification phylogénique d'*E.coli* est la suivante :

Règne: *Eubacteria*
Embranchement : *Proteobacteria*
Classe.: *Gammaproteobacteria*
Ordre : *Enterobacteriales*
Famille: *Enterobacteriaceae*
Genre: *Escherichia*
Espèce: *Coli*

5.Caractères morphologiques et culturels:

E.coli est une bactérie asporulée mesurant 2 à 4 µm de long sur 0,4 à 0,6 µm de large. C'est une bactérie fine et allongée à extrémités arrondies, mobile grâce à une ciliature péritriche. Ce germe non exigeant, sur gélose ordinaire donne des colonies lisses, brillantes et homogènes (Lobril, 1998).

6.Caractères biochimiques :(Gueye, 2007 ; Sibery et al., 2001).

E. coli possède une catalase mais est dépourvu d'oxydase. L'étude de l'activité enzymatique et de la fermentation des sucres est réalisée à l'aide de micro-méthodes validées disponibles dans le commerce sous forme de galeries.

E. coli fermente le glucose et le lactose avec une production de gaz, il est dépourvu d'une uréase, produit de l'indole, n'utilise pas le citrate de Simmons comme source de carbone et ne produit pas d'hydrogène sulfuré. Ces différents tests sont regroupés dans le (tableau 02).

Tableau .02 Quelques caractéristiques de genre *Escherichia coli* (Gueye, 2007).

Caractères	<i>Escherichia coli</i>
Rouge de méthyle	+
Voges- Proskauer	-
Production d'indole	+
Utilisation de citrate	-
Production d'H ₂ S	-
Uréase	-
B- galactosidase	+
Gaz à partir de glucose	+
Acide à partir de lactose	+
Phénylalanine désaminase	-
Lysine décarboxylase	+
Mobilité	D
Liquéfaction de la gélatine (22°C)	-
Ornithine décarboxylase	+
%GC	48-59
Taille du génome	4,6-5,5
Autres caractéristiques	1,1-1,5×2,0-6,0um péritriches si mobiles

+: généralement présent

-: généralement absent

d: variation entre souches ou espèces dans la possession de ce caractère

7.Caractères antigéniques :

La classification antigénique des *E.coli* est basée sur la spécificité des antigènes de paroi (O), de surface (K) et des flagelles (H)(Le Minor, 1993).

7.1. Antigènes O:

La détermination de l'antigène O est la première étape de l'étude antigénique. Mais elle est compliquée. Chez *E. coli* le nombre des groupes O dépasse 170.

La détermination avec certitude de la spécificité O ne peut être faite que par un laboratoire très spécialisé, disposant d'une gamme de sérums spécifiques.

7.2. Antigènes de surface:

La classification des antigènes de surface a été modifiée, en particulier à la suite des travaux de Orskov : les dénominations L et A sont abandonnées et B supprimées.

Ils sont actuellement classés en deux catégories.

7.2-1- Antigènes de surface, de nature polysaccharidique:

Dans ce groupe sont classés ceux qui étaient appelés antigènes K du groupe A. Ils sont comparables aux antigènes capsulaires K des *Klebsiella*.

7.2-2- Antigènes de surface, de nature protéique :

Ils confèrent aux bactéries qui les possèdent, des propriétés adhésives, souvent responsables de l'amorce de leur pouvoir pathogène.

Ils sont fréquemment constitués de fins filaments rectilignes appelés *fimbriae* ou *pili*. A ce groupe appartiennent les pili communs, encore appelés type I ou F1. Ils sont codés par des gènes chromosomiques.

D'autres antigènes fibrillaires (d'où leur désignation F proposée par Orskov), codés par des plasmides, confèrent eux aussi aux bactéries qui les possèdent, des propriétés adhésives.

On peut rattacher à ce groupe les "pili sexuels" codés par des plasmides qui sont, contrairement aux précédents, peu nombreux chez les bactéries qui possèdent le plasmide leur conférant la fertilité, ainsi que les différentes adhésines de type P des *E. coli* uropathogènes codés par des gènes chromosomiques.

Enfin, il existe des antigènes de surface, doués de propriété adhésive pour les bactéries qui les possèdent, mais leur nature et leur structure ne sont pas encore connues, telles les adhésines AFA (afimbrial adhésines) découvertes chez certains *E. coli* uropathogènes.

7.3. Antigène M:

Cet antigène est présent chez diverses Entérobactéries qui poussent en donnant des colonies d'aspect particulièrement muqueux. Il est constitué d'acide cholanique. Son identification antigénique ne présente aucun intérêt.

7.4. Antigènes H:

56 antigènes H différents sont connus. Les *E. coli* ne possèdent qu'un seul type d'antigène H (monophasique) contrairement à la majorité des *Salmonella*.

7.5. Les substances élaborées :

E. coli peut produire des entérotoxines, des hémolysines, des enzymes capables de détruire certains antibiotiques et des bactériocines, substances à action antibiotique qui détruisent spécifiquement d'autres bactéries qui sont aussi dénommées colicines (Ferron, 1994).

8. Souches atypiques d'*Escherichia coli*:

1- Il existe des variants indole⁻. Cette mutation rare ne porte que sur le seul caractère indole.

2- Exceptionnellement, on peut isoler des *E. coli* uréase⁺, H₂S⁺, caractères codés par un plasmide, qui peut en outre déterminer une résistance à un antibiotique, tel que la tétracycline.

3- Des variants immobiles et agazogènes (comme le sont les *Shigella*) avaient été appelés Alkaescens-Dispar, bien qu'ils aient par ailleurs tous les caractères des *E. coli*. Cette dénomination a été abandonnée. Ces bactéries correspondent en fait à un biogroupe d'*E. coli*, dont il partage l'écologie et le pouvoir pathogène éventuel (Le Minor, 1993).

9. Pouvoir pathogène :

9.1/ Infections urinaires

E. coli représente à lui seul l'agent responsable de la très grande majorité de cas d'infection urinaire spontanée ou après instrumentation. L'infection urinaire basse à *E. coli* est vulgairement appelée <<colibacillose>>. En fait l'origine de l'infection est intestinale (infection par voie ascendante), favorisée chez la femme par l'anatomie du bas appareil urinaire (urètre court), par la présence, que favorisent les rapports sexuels, d'*E. coli* dans

l'urètre féminin et le vagin. L'*E.coli* de l'infection est dominant dans le rectum et la sphère génito-urinaire(Flandrois, 1997).

9.2/Septicémies et méningites:

Les *E.coli* sont isolés dans 20 % des septicémies et représentent 45% des septicémies dues aux bacilles à Gram négatif. Les méningites sont rares, elles surviennent surtout chez le nourrisson mais sont souvent graves. 80 % des *E.coli* isolés de méningites possèdent l'antigène K1, polysaccharide acide dont la composition chimique et la spécificité immunologique sont identiques à celle de l'antigène B de *Neisseria meningitidis* (Flandrois, 1997).

9.3/Suppuration ou infections diverses :

Les *E.coli* de la flore fécale peuvent être en cause dans des péritonites, des cholécystites, des salpingites et des suppurations postopératoires jouant le rôle de bactéries pyogènes(Flandrois, 1997).

10.Groupement des facteurs de pathogénicité:

Les entérobactéries sont des taxons isolées dans de nombreux aliments (céréales), et dans divers produits pathologiques (urine, LCR, selles.....). *E.coli* est souvent responsable de gastroentérites graves pouvant être mortelles dans certains cas à l'absence de traitement. Il est classé dans le groupe des entérobactéries pathogènes spécifiques avec les *Shigelles* et les *Salmonelles* qui sont responsables de dysenteries et fièvres typhoïdes graves (Collignon, 2002).

Il existe divers *d'E.coli* à mécanismes d'actions différentes :

- *E.coli* enterotoxinogène(ECET) (Enterotoxinogen *E.coli* = ETEC),responsable de la « diarrhée des voyageurs» ou « turista » et des syndromes épidémiques dans les pays du Tiers-monde ;
- *E.coli* entéro-invasifs(ECEI) (*Enteroinvasive E.coli*= EIEC),encore appelé *E.coli Shigella-like*, responsable de syndromes dysentériques avec invasion de la muqueuse intestinale ;
- *E.coli* entéro-hémorragiques(ECEH) (*Enterohaemorrhagic E.coli*=EHEC), responsable de diarrhées sanglantes liées à la production de toxines ;

- *E.coli* entéropathogènes (ECEP) (*Enteropathogen E.coli*=EPEC), responsable de gastro-entérites infantiles (Perrière, 1992 ; Collignon, 2002).

11. Autres espèces du genre *Escherichia* :

Il est exceptionnellement retrouvée plusieurs autres espèces du germe *Escherichia coli* dont :

- *Escherichia hermannii* soit d'origine humaine (principalement isolé de pus et de selles), soit d'origine animale.

- *Escherichia fergusonii* soit d'origine humaine (principalement isolé de selles et d'urines), et/ou soit d'origine aviaire.

- *Escherichia vulneris* d'origine humaine (principalement isolé de pus et secondairement d'urines).

On ignore la pathogénicité de ces espèces, qui se comportent souvent comme des commensaux (Le Minor, 1993).

Le **tableau 03** indique les caractères différentiels d'*E.coli* et des 3 espèces d'*Escherichia*, mentionnés ci- dessus.

Tableau. 03. principaux caractères différentiels d'*Escherichia.coli*, *E.hermannii*, *E. vulneris*, *E. fergusonii* (Le Minor, 1993).

	E.coli	E.hermannii	E.vulneris	E.fergusonii
Indole	+	+	-	+
Pigment jaune non diffusible	-	+	d	-
LDC	[+]	-	+	+
ODC	d	+	-	+
TTR	-	+	-	-
Beta xylosidase	-	d	+	-
Beta glucuronidase	[+]	-	-	-
Sorbitol	+	-	-	-
Adonitol	-	-	-	+
Cellobiose	-	+	+	+
Malonate	-	-	+	-

+: caractère positif. -: caractères négatif. d: variation entre souches ou espèces dans la possession de ce caractère.

12. Diagnostic biologique :

Il repose sur l'isolement de la bactérie au site de l'infection. Dans les infections urinaires l'interprétation des résultats doit tenir compte des conditions de prélèvement, du nombre de bactéries par ml ($> 10^5$ en règle) et de la leucocyturie. Dans des sites normalement stériles, l'interprétation des résultats ne pose généralement pas de problème. Par contre, l'implication d'un *E.coli* dans une infection intestinale est souvent difficile à démontrer en pratique. En effet *E.coli* est un hôte normal du tube digestif. Seules des souches possédant certains facteurs de pathogénicité peuvent être impliquées et mise en évidence de ces facteurs n'est faite que par des laboratoires spécialisés.

Au niveau de laboratoire de routine, on peut cependant repérer des souches entérohémorragiques grâce à des milieux sélectifs permettant de reconnaître les souches ne fermentant pas le sorbitol et des antisérums reconnaissant l'antigène O₁₅₇.

Les laboratoires spécialisés peuvent caractériser les facteurs de pathogénicité, soit par des méthodes phénotypiques (caractérisation des adhésines, des toxines), soit par des méthodes génotypiques (détection des gènes d'intérêt par hybridation avec des sondes spécifiques ou par PCR) (Nauciel et Vildé, 2005).

13. Bases de traitement :

Les souches de type " sauvage " sont sensibles à tous les antibiotiques actifs sur les bactéries à Gram négatif. Malheureusement beaucoup de souches ont acquis des résistances, surtout en milieu hospitalier. Il s'agit en particulier de souches productrices de pénicillinase. L'antibiogramme est donc généralement nécessaire au choix du traitement. Toutefois on admet qu'en pratique de ville, devant un premier épisode de cystite, chez une femme non gravide, on peut prescrire en première intention un traitement court de cotrimoxazole ou de fluor quinolone. Après, le traitement d'une infection urinaire, un examen de contrôle est nécessaire pour vérifier son efficacité (Nauciel et Vildé, 2005).

1. Généralité

La Phytothérapie est un mot d'origine grec : « phyto » qui veut dire plante et « therapeuein » qui veut dire soigner. Autrement dit, au sens étymologique, c'est « la thérapeutique par les plantes » ; elle utilise les plantes ou les formes immédiatement dérivées des plantes, en excluant les principes actifs purs issus de celles-ci.

Les plantes sont consommées sous plusieurs formes : en l'état (infusions) ou après transformation (teintures, extraits, médicaments à base de plantes...) (**Hmamouchi, 1999 ; Gazengel et Orecchioni, 2013 ; Boulogne, 2001**).

2. Plante médicinale :

Définie par la pharmacopée par une plante dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Elle est également appelée « drogue Végétale » (**Gazengel et Orecchioni, 2013**).

3. Aperçu sur la systématique des plantes :

Plusieurs classifications des plantes médicinales ont été identifiées :

- 1- La classification végétale fondée sur les classes et les familles.
- 2- La classification organique fondée sur les organes botaniques.
- 3- La classification chimique repose sur les composés bioactifs.
- 4- La classification curative ou médicinale est essentiellement basée sur un groupe précis de plantes destinées à traiter une maladie spécifique parmi les différentes maladies (**Rossier, 2002**).

4. Approche taxonomique :

Cette approche est basée sur les caractères phénotypiques visant à l'identification et à la nomenclature selon les critères suivants de la plante : (**Marouf, 2000, Spichiger et al., 2002**).

- Morphologie des organes.
- Spores et graines.
- Organisation de la paroi et tissus.

- Relation à l'oxygène et type nutritionnel.
- Système photosynthétique.
- Système chimiotrophe.
- Lithotrophie (substrats nutritifs inorganiques).
- Organotrophie (substrats nutritifs organiques).

5. Les caractéristiques des plantes :

Les plantes sont des organismes autotrophes, c'est-à-dire ils produisent leur propre matière organique à partir des sels minéraux puisés dans le sol avec le dioxyde de carbone, assimilé par les feuilles grâce à l'énergie solaire : c'est le mécanisme de photosynthèse. La couleur verte des plantes est obtenue par le biais de la chlorophylle contenue dans les chloroplastes.

Les plantes possèdent des métabolites dits secondaires ont le rôle intervient dans les relations qu'entretient la plante avec les micro-organismes vivants qui l'entourent tels que: les parasites, les pathogènes ainsi que les pollinisateurs et les disséminateurs. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés du métabolisme secondaire **(Nabli, 1989)**.

Le terme « produits naturels » se rapporte aux composés organiques qui se trouvent dans les corps des animaux, des plantes, des champignons, ou dans les micro-organismes. Certains produits naturels se trouvent principalement dans les plantes tels que les terpènes ex.: le limonène (le composé actif trouvé dans l'orange ou dans le citron), les alcaloïdes ex.: la caféine, la cocaïne, ou la morphine, etc. Les produits naturels ont des activités biologiques importantes et jouent diverses fonctions dans la nature. L'étude de ces composés constitue un volet important dans la chimie organique. L'utilisation de la photochimie dans la médecine populaire a précédé en fait la chimie organique moderne **(Nabli, 1989)**

6. Intérêt de l'étude des Plantes Médicinales :

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde possèdent des vertus thérapeutiques ; car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme .On les utilise aussi en médecines classique qu'en phytothérapie ; elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus **(Iserin Paul, 2001)**.

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme matières premières pour la synthèse de médicament ou comme modèles pour les compositions pharmacologiquement actives **(Decaux, 2002)**.

La tubocuraraine, le relaxant musculaire le plus puissant, est dérivée du curare (chondrodendrom tomentosum), la morphine, l'analgésique le plus puissant est tirée du pavot à opium (papavie somniferum).

Les plantes médicinales faire l'objet d'une popularité croissante au même titre que les « alicaments » (nutraceutiques et aliments fonctionnels). Même les facultés de pharmacie s'intéressent de plus en plus aux propriétés médicinales des plantes (**Fouché et Hambuckers, 2000**).

7. Principes actifs des plantes médicinales

Les principes actifs d'une plante médicinale sont les composants naturellement présents dans cette plante, ils lui confèrent son activité thérapeutique (**Sebai et Boudali, 2012**).

Les espèces végétales produisent un large éventail de substances chimiques de structures variées, les métabolites primaires et les métabolites secondaires (**Hopkins, 2003**). A l'opposé aux métabolites primaires qui participent au métabolisme fondamental essentiel à la vie de la plante, nécessaires à leur croissance et à leur développement (**Riedacker et al., 1993 ; Raven et al., 2000**), les métabolites secondaires sont des métabolites dont la production n'est pas liée de manière significative à leur croissance (**Dupin et al., 1992**), ils sont responsables des fonctions périphériques indirectement essentielles à la vie des plantes (la communication intercellulaire, la défense, la régulation des cycles catalytiques...) (**Benslama, 2016**). On distingue classiquement trois grandes catégories de métabolites secondaires: les alcaloïdes, les composés phénoliques et les composés terpéniques (**Gravot, 2009**).

8. Les plantes dans la thérapeutique :

Les plantes ayant des propriétés médicinales sont étudiées dans le cadre de la pharmacognosie (du grec pharmakon drogue, venin, poison et gnosis connaissance).

C'est un domaine de science qui traite les matières et les substances à potentialité médicamenteuse d'origine biologique (végétaux, animaux, champignons, micro-organismes) (**Gonzalez, 2007 ; Norman et al., 1986**).

Une plante est dite médicinale lorsque l'utilisation de celle-ci ou moins une partie possède des propriétés médicamenteuses .Elle peut être retenue par la pharmacopée ; mais celle-ci peut aussi retenir des plants qui bien que non médicinales sont utiles à la pharmacie. Par ailleurs, une plante

non inscrite à la pharmacopée peut constituer un médicament, même si elle n'est pas considérée comme plante médicinale : il suffit qu'elle soit présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies (**Bruneton, 1999; Duraffourd et al. , 1997**).

9. Aromathérapie :

Branche de la phytothérapie, elle recourt aux extraits aromatiques des plantes (essences et huiles essentielles). Elle se différencie de la phytothérapie qui fait appel à l'ensemble des éléments contenus dans la plante (**Hmamouchi, 1999 ; Lorrain, 2013**).

10. Les propriétés et les vertus thérapeutiques des Plantes médicinales :

Les plantes synthétisent de nombreux composés appelés métabolites primaires qui sont indispensables à leur existence .Ceux-ci englobent des protéines, des lipides et des hydrates de carbone qui servent à la subsistance et à la reproduction, non seulement de la plantes elle-même; mais encore des animaux qui s'en nourrissent.

De plus, les plantes synthétisent une gamme extraordinaire d'autres composé appelés métabolites secondaires dont la fonction est loin de faire l'unanimité (**Cardon et chatenet, 1990**).

Il important ici de se demander jusqu'à quel point les plantes médicinales peuvent être bénéfiques et jusqu'à quel point elles peuvent être néfastes.

Comme nous l'avons souligné précédemment, les plantes contiennent une grande variété de composés secondaires .Il est clair que certains de ces composés, au moins à l'état pur et à certaines doses, ont des propriétés médicinales ou peuvent être toxiques .Toutefois, il ne s'ensuit pas nécessairement que les mêmes composés sont aussi toxiques ou bénéfiques lorsqu'ils se trouvent dans la plante que lorsqu'ils en sont extraits; car il peut y avoir des effets synergiques des composés chimiques dans la plantes(**Cardon et chatenet, 1990**).

A l'heure actuelle, les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveau médicament. Elles sont considérées comme sources essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicament (**Maurice, 1997**).

11. Approche chimique :

Cette approche est essentiellement basée sur les substances du métabolisme qui se forment naturellement dans les cellules et tissus des plantes sous le nom des sécrétions élémentaires ou des

produits naturels actifs (**Belboukhari et Cheriti, 2008; Belboukhari et Cheriti, 2006; Chariti, 2002**).

En effet, les plantes produisent un grand nombre de substances, dont, les chercheurs ne connaissent pas toujours le rôle qu'elles jouent précisément pour la plantes. Ces substances ne sont pas produites directement lors de la photosynthèse, mais résultent de réactions chimiques ultérieures. Celles-ci sont appelées des métabolites secondaires. Des études récentes ont découvert que la majorité d'entre eux ont un rôle de protection des plantes (**Bruneton, 1999; Duraffourd et al., 1997; Chariti, 2002; Chariti et al., 2007**).

Il est existé deux types de métabolites secondaires :

- Les composés phénoliques qui participent dans les interactions plante-plante (allélopathie, inhibition de la germination et de la croissance). On trouve parmi ces composés les phénylpropanoïdes, les anthocyanes, les flavonoïdes et les tanins (**Bruneton, 1999**).
- Les composés azotés qui comprennent les alcaloïdes. Ces derniers larguent de l'acide cyanhydrique quand les plantes sont abimées. Il sont synthétisés à partir d'acides aminées. Parmi ces substances, on peut citer : la nicotine, l'atropine, la codéine, la lupinine, les terpènes et les poly-isoprènes. Ces métabolites jouent souvent un rôle de défense de la plante qui les fabrique (**Bruneton, 1999**).

12. Les principales familles de métabolites secondaires chez les plantes :

12.1. Composés phénoliques :

Il s'agit des composés non azotés qui présentent des cycles aromatiques. Généralement, ces composés sont solubles dans l'eau et présents sous forme de glycoconjugués. Cette famille comporte des petites substances biologiquement actives comme l'acide salicylique et certaines isoflavones, des substances présentes dans certaines huiles essentielles (en association avec des terpènes à faible poids moléculaire), mais également des substances antinutritionnelles comme les tannins, et la lignine, un polymère de haut poids moléculaire formé à partir d'unités dérivées de l'acide cinnamique. D'un point de vue biosynthétique, la famille des phénylpropanoïdes, dérivant de la phénylalanine, est la majeure partie de composés aromatiques (**Bruneton, 1999, Duraffourd et al., 1997**).

12.2. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des dérivés phénylpropanoïdes solubles dans l'eau, souvent incolores ou jaunes (sauf exceptions dont les anthocyanes). Ces substances sont des dérivées de la naringénine-chalcone, celle-ci est issue de la condensation de trois résidus malonyl-CoA et une molécule d'acide cinnamique. Il s'agit donc de dérivés phénylpropanoïdes.

Les flavonoïdes constituent en eux même une famille de composés très vaste qui jouent des rôles physiologiques importants.

La variété des composés est principalement liée au degré d'hydroxylation /méthylation /glycosylation de chacun des trois cycles des molécules de base (**Bruneton, 1999; Duraffourd et al., 1997**).

De nombreux flavonoïdes contenus dans les produits de consommation présentent un intérêt d'un point de vue de la santé humaine. Du fait de leur caractère antioxydant, ces composés font l'objet de nombreuses allégations concernant la santé.

Les principales catégories de flavonoïdes sont définies par la présence ou l'absence d'une double liaison entre les carbones 2 et 3 du cycle C, qui déterminent la planéité de la molécule (**Bruneton, 1999; Duraffourd et al., 1997**).

Les flavones, flavonols et dérivés présentent une double liaison et sont des molécules planes, contrairement aux flavanes, flavanones et dérivés la présence de fonction cétones, alcools et méthoxy.

12.3. Les tanins :

Les tanins sont des composés poly phénoliques présents essentiellement dans les écorces. Ces composés présentent des propriétés antioxydantes significatives. Ils forment, après coagulation, des composés très stables avec les protéines (**Bruneton. 1999, Gonzalez et al. , 2007**).

On distingue deux groupes de tannins, chez les végétaux supérieurs, qui sont différents par leurs structures aussi bien que par leurs origine biogénétique:

12.3.1 .Tanins hydrolysables :

Les Tanins hydrolysables sont des esters d'acide gallique ou d'acide élagique (dérivé du shikimate) et de glucose.

Ces composés phénoliques possèdent les mêmes propriétés que les proanthocyanidines mais ce ne sont pas des flavonoïdes.

On retrouve des gallotanins accumulés dans certaines galles de végétaux qui étaient utilisées pour la fabrication d'encre. Les tanins libérés dans le vin par les tonneaux de chênes sont des ellagitanins, contrairement à ceux apportés par la peau des baies de raisin qui sont des tanins non-hydrolysables (**Bruneton, 1999, Duraffourd et al., 1997**).

12.3.2. Les tanins condensés (proanthocyanidines) :

Les tanins condensés sont des polymères de 2 à 7 résidus flavan-3-ols reliés par des liaisons (C-C) non-hydrolysables. Ils sont des composés phagodétendants susceptibles de faire précipiter les protéines. Ce qui provoque une baisse d'appétence chez le bétail et surtout une diminution de la digestibilité des protéines (problème des tanins dans le tourteau de colza pour l'alimentation animale (**Bruneton 1999 ; Duraffourd et al., 1997**).

En outre, les tanins possèdent la propriété de précipiter les enzymes secrétées par les champignons phytopathogènes nécrotrophes. Cette propriété peut contribuer à la résistance chez certaines plantes. Dans certains cas, la synthèse des tanins est induite par la perception de stress et médiée par des mécanismes de signalisation impliquant l'acide jasmonique et /ou l'éthylène.

12.4. Les hétérosides :

C'est une famille de composés résultant de la condensation d'un ose avec un composé non-glucidique appelé la génine ou encore la fabrication aglycone.

L'origine biosynthétique de ces génines est très hétérogène (composés phénoliques, certains monoterpènes ; triterpènes, alcaloïdes terpéniques, composés soufrés). La glycosylation modifie les propriétés de solubilité des molécules (composés phénoliques glycosylés plus hydrosolubles, saponines amphiphiles) (**Bruneton, 1999; Duraffourd et al., 1997**).

On distingue 03 groupes importants d'hétérosides :

a/saponosides :

Ces substances, légèrement caustiques et irritantes, probablement toxiques, rendent les plantes qui en contiennent tout à fait inestables (**Duraffourd, 1997**).

Ces molécules ont la propriété de mousser avec l'eau.

Plusieurs drogues à saponosides sont utilisées par l'industrie pharmaceutique pour l'obtention de formes galénique, d'autre ont des applications en phytothérapie (**Duraffourd, 1997**).

b/Cardiotoniques :

Les glycosides cardiotoniques constituent un groupe bien individualisé et d'une grande homogénéité tant structurale que pharmacologique.

Ces molécules naturelles d'origine végétale demeurent des médicaments intéressant pour le traitement de l'insuffisance cardiaque (**Duraffourd, 1997; Norman et al. ,1986**).

c. Hétérosides anthracénique :

Ces composés sont des puissant laxatifs et purgatifs qui provoquent chez les animaux qui les consomment des troubles digestifs plus ou moins importants. Les solanacées contiennent des hétérosides anthracéniques (**Duraffourd, 1997; Norman et al. ,1986**).

12.5. Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des substances azotées, basiques qui précipitent avec des réactifs idométrique (réactif de dragendorff) et qui sont biologiquement actives. Leurs actions biologiques les placent également au cœur de phénomènes d'interactions de défense face aux Pressions biotiques (**Duraffourd, 1997 ; Norman et al. ,1986**).

Les alcaloïdes sont extraits de plantes qui appartiennent principalement à quatre familles botanique : Les papavéracées, les papilionacées, les renonculacées et les solanacées (**Duraffourd, 1997**).

On distingue généralement trois types d'alcaloïdes:

- Les alcaloïdes vrais, qui sont d'un point de vue de la biosynthèse dérivés d'acides aminés, et qui présentent au moins un hétérocycle (exemple : la B-schtanthine).
- Les pseudo-alcaloïdes, qui ne dérivent pas d'acides aminés (exemple : hyoscyanime)
- Les proto-alcaloïdes, qui dérivent d'acide aminés mais pour lesquels l'azote est en dehors des structures (exemple : la sérotonine).

13. Activité antimicrobienne des plantes aromatiques et médicinales :

Les qualités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité toute fois, il aurait fallu attendre le début du 20^{ième} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser et de nombreuses études ont prouvé les activités antimicrobiennes de diverses plantes.

Ces propriétés antimicrobiennes sont dues à la fraction d'huile essentielle contenue dans les plantes en effet un grand nombre de ces plantes possède des propriétés médicinales : antimicrobiennes ; antifongiques ; anti-inflammatoire, anti-tumorale, anti-drépanocytaires, anti-analgésique.

14. Présentation de la Menthe poivrée (*Mentha x piperita* L.)

Réputées pour leur saveur affirmée, les menthes sont utilisées en cuisine, pour préparer des infusions ou comme plantes médicinales. Le genre *Mentha* fédère environ 25 espèces, mais au moins 2000 variétés, obtenues à la faveur d'hybridations, sont connues (**Delachaux et Niestlé, 2013**).

Différentes variétés sont mises en culture : menthe Mitcham (forme *rubescens* de la variété *officinalis*), menthe blanche (forme *palescens* de la même variété) et, plus rarement, menthe de Hongrie (forme *rubescens* de la variété *sylvestris*).

La multiplication se fait uniquement par voie végétative le développement du plante nécessite un climat tempéré, un apport en eau et un ensoleillement suffisants. La récolte, mécanisée a lieu au début de la période de floraison (**Bruneton, 2009**).

La taxinomie du genre est rendue particulièrement difficile par la fréquence des hybrides, l'existence de polyploïdes et l'abondance des variations morphologies : il existe de nombreuses formes montrant entre elles des passages graduels .L'espèce retenue par la pharmacopée européenne est un hybride de *Mentha.aquatica* L et de *Mentha. Spicata* L (**Bruneton, 2009**).

15. Dénomination vernaculaires :

fr : Menthe anglaise

all : Pfefferminze, englische Minze, Endelminze, Teeminze ;

ang. : Peppermint.

Tableau .04 Classification de menthe poivrée

Règne	Planteae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Mentha</i>

**Figure .03:** *Mentha x piperita*

16. Origines historiques:

Le nom ***Mentha*** évoque une légende de la Grèce classique : la nymphe Minthé, fille du Cocyte, fut changée en menthe par la déesse Perséphone qui en était jalouse. En mémoire de cet épisode mythologique, les jeunes filles grecques emmêlaient des tiges de menthe dans leur couronne nuptiale. Le nom grec de la plante signifie " dont l'odeur est douce".

Les traités d'herboristerie médiévaux font référence à la menthe, cultivée dans les jardins monastiques dès le IX^e siècle. Toutefois, avant 1700, ce nom désignait presque uniquement la menthe verte.

La menthe poivrée n'est pas mentionnée avant 1696, date à laquelle le botaniste anglais John Ray la décrit : il s'agit en fait d'un hybride apparu dans la seconde moitié du XVII^e siècle. Elle devint à partir de 1720 la menthe de choix en herboristerie, gagnant en popularité en raison de son action puissante sur les douleurs digestives. Sa culture commerciale débuta vers 1750 à Mitcham, dans le Surrey (sud de l'Angleterre) (**Delachaux et Niestlé, 2013**).

17. Description botanique :

Plante vivace par son rhizome vigoureux formant de longs stolons traçants, les uns aériens, les autres souterrains. Les tiges, pouvant atteindre 90cm de hauteur, sont noueuses, quadrangulaires, souvent striées de violet foncé, certaines portent à leur partie supérieure des poils dressés en arrière ; d'autres sont glabres. Des pousses latérales prennent naissance dans l'axe des feuilles.

Les feuilles sont opposées, écartées presque sur un plan horizontal, toujours pétiolées, leur limbe est allongé à ovale ou lancéolé, de 3 à 9 cm de long, poilu ou non, au bord denté en scie ou crénelé ; elles dégagent par frottement une forte odeur aromatique.

Les fleurs sont regroupées en épis terminaux, allongés à cylindriques, très denses, généralement interrompus à la base. Elles comportent un calice gamosépale, faiblement velu, terminé par 5 dents lancéolées et acuminées, non concaves, le tube du calice est parcouru longitudinalement par 5 ou 13 nervures principales, une corolle en forme d'entonnoir presque régulier ; formé de 4 lobes de couleur rouge pale à rose – violet, 4 étamines saillantes, de taille identique, écartées l'une de l'autre et dépassant de corolle, un ovaire supère, formé de loges biovulées.

Le fruit est un tétrakène ovoïde et arrondi au sommet, renfermant 4 graines d'environ 2mm de long et de couleur brun marron .la plupart des graines avortent car les cultivars sont généralement stériles. La floraison a lieu de juillet à septembre (**Weymar, 1961; Hefendehl, 1967**).

La menthe poivrée a une teneur en menthol élevée qui lui confère une saveur particulière. Ses sommités fleuries lancéolées ne portent que des fleurs stériles. Ses feuilles ovales, presque glabres, ont une nervation rougeâtre.

18. Composition chimique :

18.1. Constituants:

- *Huile essentielle* : 0,5% à 6,0 %, surtout riche en menthol [(-)-1R, 3R, 4 S)-menthol : 15 à 68%], menthone [(-)-1R,4S)-menthone, 15 à 76%], acétate de menthyle (2 à 5%, voir jusqu'à 23% selon les provenances), 1,8- cinéole(3 à 8%), menthofurane(0 à 7%), isomenthone(2 à 13%), néomenthol (2,5 à 5%), limonène(2 à 10%), pulégone(0,5 à 1,5%), bêta-caryophyllène(0,5 à 1,5%) et garmacrène D (1 à 2%). Ces constituants majoritaires sont accompagnés d'hydrate de trans- sabinène, de pipériténone, d'apha- et β- pinènes et de viridiflorol; dans le distillat, les alcools terpéniques et aliphatiques existent sous forme d'hétérosides: glucosides de menthol, d'isomenthol, de néomenthol, de linalol, d'oct-1-én-3-ol et d'octan-3-ol.
- *Dérivés d'acides hydroxycinnamiques* (appelés " tanins " des Lamiacées):3,5 à 6% dont l'acide rosmarinique (= 3%).
- *Flavonoïdes* : jusqu'à 10% : hétérosides d'apigénine, diosmétine, lutéoline, ériodictyol, notamment l'ériocitrine (ériodictyol-7- rutinoside) et le lutéoline-7-rutinoside; des flavines polyméthoxylées comme le xanthomicrol, les gardénines D et B et le 5 - O- déméthyl-nobilétine.

- *Triterpènes*: acide ursolique (0,1%) (**Eberhard et al., 2005**).

19. Pays d'origine :

Il s'agit d'un hybride cultivé, provenant probablement d'Angleterre et des pays méditerranéens.

20. Principaux pays producteurs :

Parmi des Principaux pays producteurs de la Menthe poivrée se citent :

Les Etats Unis, l'Inde, L'Europe (en France, à Milly et dans le Maine –et –Loire), le Canada, le Chili, l'Argentine, le Brésil, l'Australie, le Japon, certains pays d'Afrique (Kenya, Tanzanie et Maroc) (**Eberhard et al., 2005**).

21. Culture :

La culture des menthes est facile : elles apprécient une terre relativement riche, les rives et les zones humides. Au jardin, elles gagnent à être confinées car leur rhizome traçant ne tarde pas à envahir le terrain et à supplanter d'autres végétaux.

Culture la menthe poivrée n'est pas très exigeante pour la qualité du sol. Des plants à forte teneur en huile essentielle et de bonne qualité aromatique peuvent être obtenus sur des sols sablonneux, argileux, pas trop secs mais riches en humus, situés dans des endroits ensoleillés et protégés du vent.

La plante ne doit pas être cultivée après d'autres lamiacées (prévoir une interruption de culture au bout de 4 à 5 ans). La multiplication se fait uniquement par voie végétative, par division des souches ou des drageons ; ces derniers sont récoltés manuellement à l'automne, découpés en fragments longs de 15 à 30 cm placés dans un sillon profond de 10cm puis recouverts de terre et humidifiés ; on peut également déterrer les souches à l'automne ou au printemps, les diviser puis les replanter. Dans le jardin, il faut éviter que les stolons n'envahissent trop le terrain en cultivant les plants dans des pots sans fond, enfouis en terre au minimum à 30 cm de profondeur. Les plantes sont généralement utilisées durant 1 à 3 ans puis ils dégénèrent (auto-incompatibilité) (**Eberhard et al., 2005**).

22. Toxicologie :

Aux doses usuelles, la consommation des parties aériennes de menthe poivrée comme condiment ou en tisane, ne présente à notre connaissance aucun risque de toxicité, ni aiguë, ni chronique (**Dinckler et Husain, 1984 ; Erdmann et al., 1958**).

Cependant, de très fortes doses d'huile essentielle peuvent conduire à des céphalées, des aigreurs d'estomac, de la bradycardie, des tremblements musculaires et de l'ataxie.

Le potentiel de sensibilisation de la menthe poivrée est faibles ; mais des réactions allergiques ont parfois été observées après absorption huile essentielle ; le menthol étant considéré comme allergène.

Des réactions croisées avec la térébenthine, le baume de pérou et le thymol sont également signalées (**Hermann et al., 1995**).

23. Capacité antioxydante :

La capacité antioxydante de la menthe poivrée a été déterminée en utilisant un certain nombre de méthodes de dosage différentes. La capacité d'absorbance radicalaire en oxygène (ORAC) d'une solution aqueuse de feuilles de *Mentha x piperita* fraîchement congelées était parmi les plus élevées trouvées dans une analyse des plantes médicinales populaires par (**Zheng et Wang, 2001**).

24. Activité antiallergique :

Dans les mastocytes péritonéaux de rats, (**Inoue et al., 2002**) ont observé une activité antiallergique parmi les glycosides flavonoïdes dérivés de *Mentha x piperita*, notamment l'ériocitrine, la narirutine, l'hespéridine, la lutéoline-7-orutinoside, l'isorhoifoline, la diosmine, l'acide rosmarinique et le 5, 7-dihydroxycromone-7-O-rutinoside. Parmi les composés testés, seul le lutéoline-7-O-rutinoside a montré un puissant effet inhibiteur sur la libération d'histamine induite par une réaction antigène-anticorps. Cependant, au-delà de l'activité flavonoïde dans ce test, en utilisant des monocytes stimulés par des lipopolysaccharides (LPS) provenant de sujets humains sains, (**Juergens et al., 1998**) ont trouvé que le menthol (0,1 µg /ml) inhibait significativement la production des composés médiateurs inflammatoires leucotriène (LT) B₄ (64,4%), prostaglandine (PG) E₂ (56,6%) et interleukine (IL) -β₂ (64,2%).

25. Activité antivirale et antibactérienne :

Des extraits aqueux de feuilles de menthe poivrée manifestent une activité antivirale contre les virus grippaux Influenzavirus A, les virus de la maladie de Newcastle, le virus de l'herpès HSV. De nombreuses études ont évalué l'activité antibactérienne de la menthe poivrée (**Piccaglia et al., 1993; Pattnaik et al., 1996 ; Iscan et al., 2002**) et antifongiques (**Sarbhoy et al., 1978**), par exemple (**Iscan et al., 2002**) ont testé l'huile de menthe poivrée et ses composants menthol et menthone contre 21 pathogènes humains et végétaux et ont trouvé une activité inhibitrice modérée contre les pathogènes humains. (**Pattnaik et al., 1996**) ont découvert que l'huile de menthe poivrée était efficace contre 22 souches bactériennes différentes, y compris les cocci Gram positifs et les bâtonnets et les bâtonnets Gram-négatifs. Les effets déclarés de l'huile de menthe poivrée sur *E.coli* sont mitigés, ce qui reflète peut-être une sensibilité différentielle de diverses souches utilisées et/ou des conditions d'essai (**Pattnaik et al., 1995 ; Inoue et al., 2001**).

26. Activité antitumorales :

Dans une étude portant sur 120 plantes comestibles, visant à tester leur aptitude à inhiber la promotion du cancer par l'acide okadaïque (AO), la menthe poivrée s'est retrouvée parmi les 8 plantes ayant une forte activité pour s'opposer à l'AO (**Ohara et Matsuhisa, 2002**).

27. Emplois :

En France, la Note explicative de l'agence du médicament 1998 admet qu'il est possible de revendiquer, pour la feuille et la sommité fleurie de menthe poivrée, les indications thérapeutiques suivantes (voie orale) , traditionnellement utilisé 1° dans le traitement symptomatique de troubles digestifs tels que ballonnement épigastrique ; lenteur à la digestion, éructation ; flatulence, 2° comme traitement adjuvant de la composante douloureuse des troubles fonctionnels digestifs,

3° pour faciliter les fonctions d'élimination urinaire et digestive, 4° dans le traitement symptomatique des troubles fonctionnels digestifs attribuée à une origine hépatique.

En usage local, quatre indications sont possibles pour son usage 1° comme traitement d'appoint adoucissant et antiprurigineux des affections dermatologiques, comme trophique protecteur dans le traitement des crevasses, écorchures, gerçures et contre les piqures d'insectes, 2° en cas de nez bouché, de rhume ; 3° comme antalgique dans les affections de la cavité buccale et ou du pharynx (collutoire, pastille) ; 4° en bain de bouche pour l'hygiène buccale.

Aucune évaluation toxicologique n'est demandée pour la constitution d'un dossier « abrégé » d'AMM (poudre, feuille pour tisane, extraits aqueux et extrait hydro-alcooliques quel qu'en soit le titre).

En Allemagne, monographie établie par la commission européenne du ministère fédérale allemand de la santé précise que la feuille de menthe est utilisée dans les états spastiques du tractus gastro-intestinal, de la vésicule et des voies biliaires. Posologie de 3 à 6 g par jour (feuille). Est présente un avis médical préalable est nécessaire en cas de lithiase biliaire.

Au niveau européen, la monographie communautaire élaborée par l'HMPC indique une posologie journalière de 4.5 à 9 g de feuilles ou de 6 à 9ml de teinture, répartis en trois prises (adulte) adolescent de douze à seize ans : de 3 à 6 g par jour (feuille) ; enfant de quatre à douze ans : de 3 à 5g par jour (feuilles). L'usage de la menthe poivrée n'est recommandé ni avant l'âge de quatre ans ; ni chez la femme enceinte ou qui allaite. Il est recommandé aux sujets souffrant de reflux gastro-œsophagien d'éviter d'utiliser cette plante (**Bruneton ,2009**).

1-Objectifs :

Beaucoup d'études ont été réalisées au sujet de l'activité antimicrobienne des extraits des plantes ayant des vertus thérapeutiques dans des journaux spécialisés de microbiologie ou présentées lors de congrès scientifique d'aromathérapie. Ces activités sont liées essentiellement à la composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires de ces extraits et à leurs effets synergiques.

Ces effets antibactériens nous ont conduits à poser les questions suivantes :

-Est ce que l'utilisation des extraits de *Mentha x piperita* récoltée dans certaines régions du pays peut avoir un effet antimicrobien à l'égard du germe *E. coli* connu comme étant le plus responsable des infections urogénitales chez femmes.

-Ces extraits peuvent- ils- être préconisés comme moyen thérapeutique en substitution aux traitements préventifs et curatifs communément utilisés comme les antibiotiques dont l'usage fréquent semble engendrer une certaine résistance vis- à-vis de ce germe pathogène et atténuer de leurs efficacités thérapeutique.

Pour cela, nous nous sommes proposé d'essayer de connaître le comportement *in vitro* de ce germe(*E.coli*) le plus responsable de maladie urogénitales vis- à-vis des inhibiteurs de croissance tels polyphénols, les flavonoïdes et bien d'autres composés bioactifs contenues dans une plante médicinale autochtone poussant à l'état sauvage dans certaines régions du pays et très largement utilisée en médecine traditionnelle par la population à savoir la Menthe poivrée(*Mentha x piperita*).

D'une façon générale les objectifs escomptés à travers cette étude expérimentale s'articulent autour de 2 points essentiels :

1- Procéder à une extraction par macération des principaux composés bioactifs de la plante par usage de solvants à polarités croissantes dont: Hexane, Méthanol, Éthanol et Eau.

2- Suivre les effets antibactériens des extraits aux solvants à différentes polarités de la plante médicinale test (*Mentha x piperita*) sur le germe spécifique de référence (*E.coli* ATCC33862) reconnue comme étant le plus responsable des infections urogénitales chez femmes.

2- Région de prélèvement et traitements préliminaires du matériel végétal:

Les parties aériennes de la plante médicinale objet de l'étude à savoir la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) a été prélevée au stade de floraison de deux régions du pays en l'occurrence Naama et Mostaganem dont les conditions climatiques, édaphiques et écologiques différentes peuvent sans doute faire varier la composition en principes composés bioactifs des plantes.

Un échantillon de 2 à 3 kg de matière végétale pris uniquement sur la partie aérienne de l'espèce étudiée a été récolté d'une manière aléatoire dans chaque région expérimentale.

La matière végétale a été ensuite étalée du papier aluminium, puis séchée à l'air ambiant.

Les échantillons séchés sont enfin broyés dans un broyeur à lame de cuisine puis mis dans bocaux hermétiques et conservés à sec (température ambiante) et à l'abri de l'humidité.



Figure04. Matière végétale broyée (*Mentha x piperita*)

3- Extraction des composés bioactifs aux solvants à différentes polarités :

Selon **Almas et Al-Bagieh (1999)** et **Almas(2001)**, les extraits à l'eau arrivent à agir en général sur la croissance de certaines bactéries appartenant au genre *Streptococcus* à des taux d'extractions de 5 g/100ml de matière végétale de Kkar (*Acacia arabica*) provenant du Pakistan et de l'Arak (*Salvadora persica*) d'Arabie Saoudite.

Pour l'extraction des principaux composés bioactifs tels les polyphénols contenus dans les plantes testées on a opté pour l'utilisation d'une méthode décrite par (**Sultana et al., 2009**). Cette méthode d'extraction n'est qu'un procédé d'extraction discontinu solide-liquide par macération et qui consiste à laisser tremper le solide dans un solvant à température ambiante

Partie 2 : Méthodologie expérimentale

durant quelques temps et à extraire les constituants solubles par évaporation du solvant sous vide.

L'extraction des composés bioactifs a été réalisée par usage de plusieurs solvants à polarité croissante (Hexane, méthanol, éthanol et eau). Elle a été effectuée séparément pour chaque solvant d'extraction sur des prises d'échantillons de 10 g en triples répétitions de matière végétale broyée. Chaque échantillon de broyat de matière végétale sera mélangé avec 100 ml de solvant aqueux (80/20, solvant / eau, v / v). L'extraction par macération à froid de chaque mélange a été laissée ensuite se poursuivre pendant 6 heures à température ambiante sous agitation. La durée de l'extraction favorise ainsi la dépolymérisation des principaux composés constitutifs de la plante tels que la lignine ainsi que les substances pectiques et permet une meilleure solubilisation des principaux composés bioactifs.

Les extraits à l'hexane, à l'eau et hydro alcooliques obtenus ont été filtrés en utilisant un papier filtre Whatman N°5 ayant une porosité de 0,6µm et débarrassés des solvants par évaporation sous vide à 45 °C.

Les extraits aqueux purs riches en composés bioactifs récupérés constituant les solutions de travail ont été enfin diluées à l'eau distillée stérile à des taux variables de 0, 20, 40, 60, 80 et 100% (extrait pur).

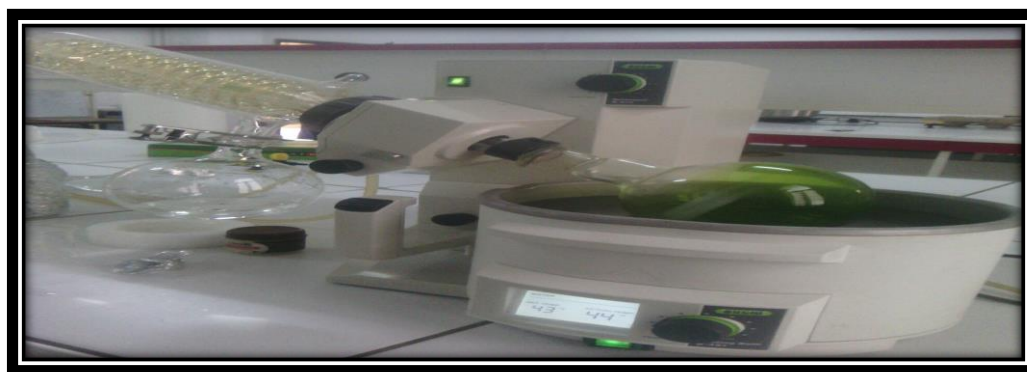


Figure05. Etape d'évaporation des solvants sous vide au rotavapore

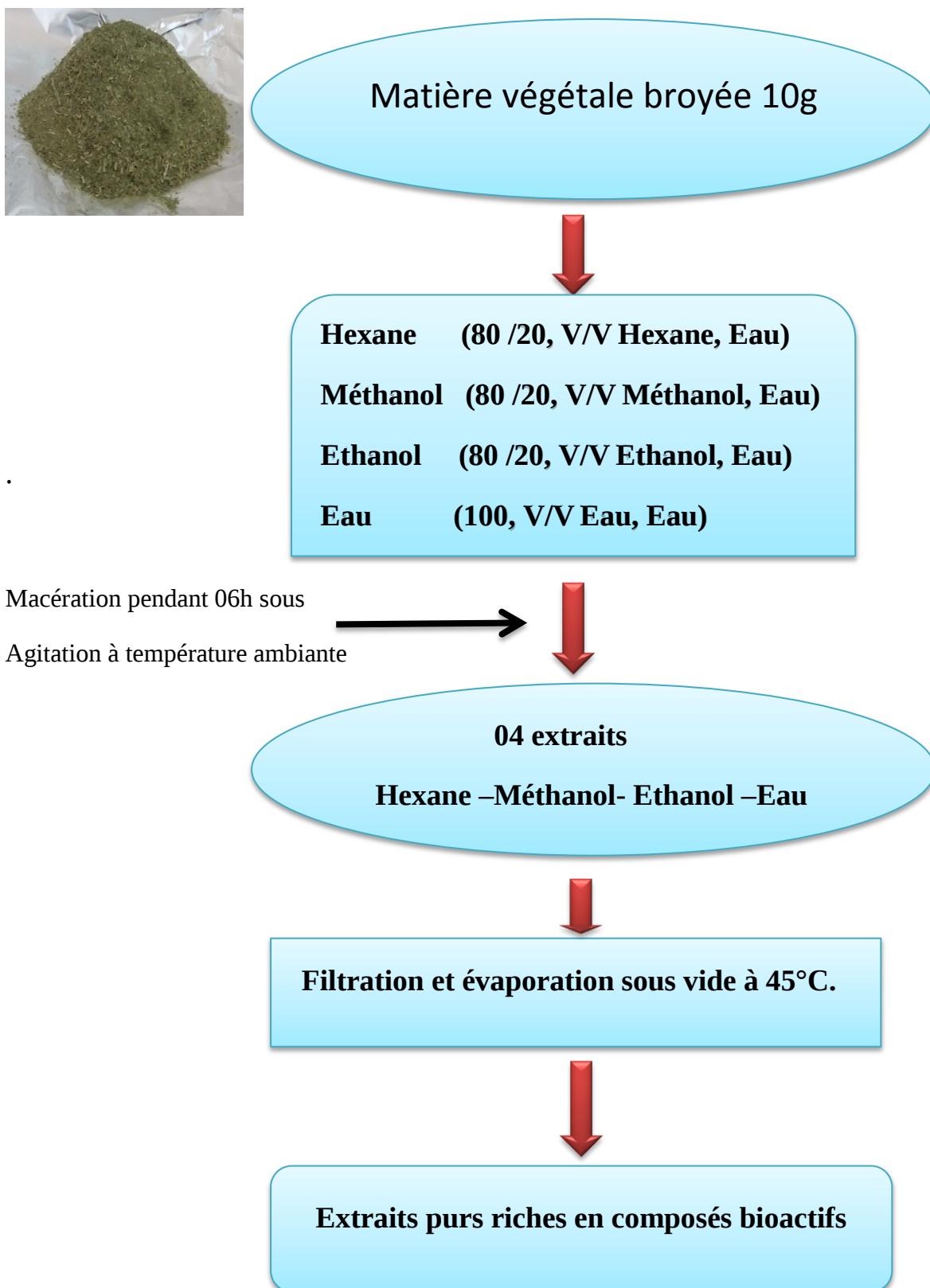


Figure 06. Etapes d'extractions des composés bioactifs de la menthe poivrée (*Mentha x piperita*)

4. Etude des effets antimicrobiens des extraits de menthe poivrée :

4.1 Activation de la souche :

L'étude à concerne la souche pure de référence (*E.coli* ATCC33862) qui a été fourni par l'institut du pasteur (Algérie) connue comme étant la plus responsable des infections urogénitales dont à savoir, *Escherichia coli* .L'espèce bactérienne a été tout d'abord activée avant son utilisation expérimentale. Une colonie de la souche de référence conservée au froid à 4 °C est au préalableensemencée dans 10 ml de bouillon nutritif, puis incubée à 37°C durant 03 heures. 0,1 ml de cette dernière solution constituant l'inoculum a été pris pour êtreensemencée en surface d'une boîte de Petri contenant un milieu spécifique gélosé de croissance pour l'espèce microbienne (EMB, ID® 2, bio Mérieux) puis le mélange est incubé à 37°C pendant 24 heures.

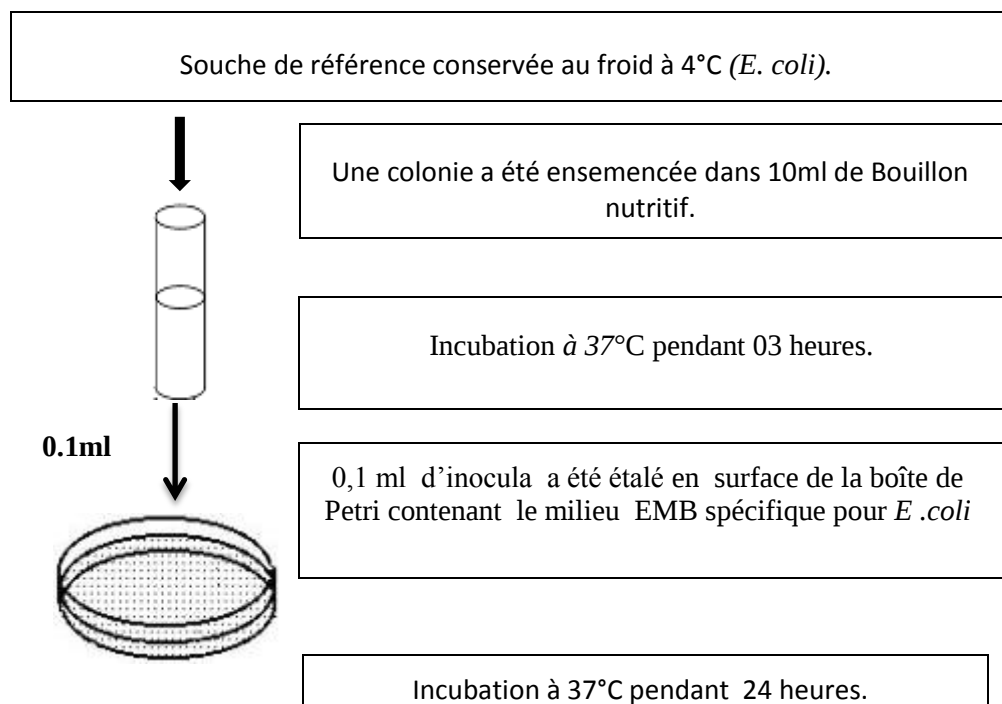


Figure 07. Activation de la souche bactérienne (*E.coli*).

4.2 Méthode de contact direct (Bourgeois et Leveau, 1980):

Une colonie issue d'une culture jeune de chaque espèce microbienne activée comme préalablement sur milieu solide gélosé spécifique a été prélevée à l'aide d'une anse à platine stérile, chacune sera ensuite ensemencée dans un tube contenant 10 ml de bouillon nutritif, suivi d'une incubation à 37°C durant 03 heures. A partir de la dernière solution qui constitue

Partie 2 : Méthodologie expérimentale

l'inoculum de l'espèce de bactérie donnée, des dilutions décimales isotopiques croissantes dans l'eau physiologique ont été effectuées ; allant à 10^{-4} pour le germe étudié *E. coli*.

Des prélèvements de 01 ml de chaque dernière dilution décimale ont été ensuite individuellement ajoutés à 09 ml de chaque extrait des plantes testés dilué à l'eau distillée, respectivement, à raison de 0, 20, 40, 60, 80 et 100%.

Les mélanges des solutions sont enfinensemencés en triple essais (03 boîtes de Petri) chacune en surface à raison de 0.1 ml sur le milieu spécifique de croissance pour chaque espèce microbienne. La lecture du nombre de colonies développé a été effectuée après incubation des milieux ensemencés à 37°C pendant 24 à 72 heures (**Bourgeois et Leveau, 1980**).

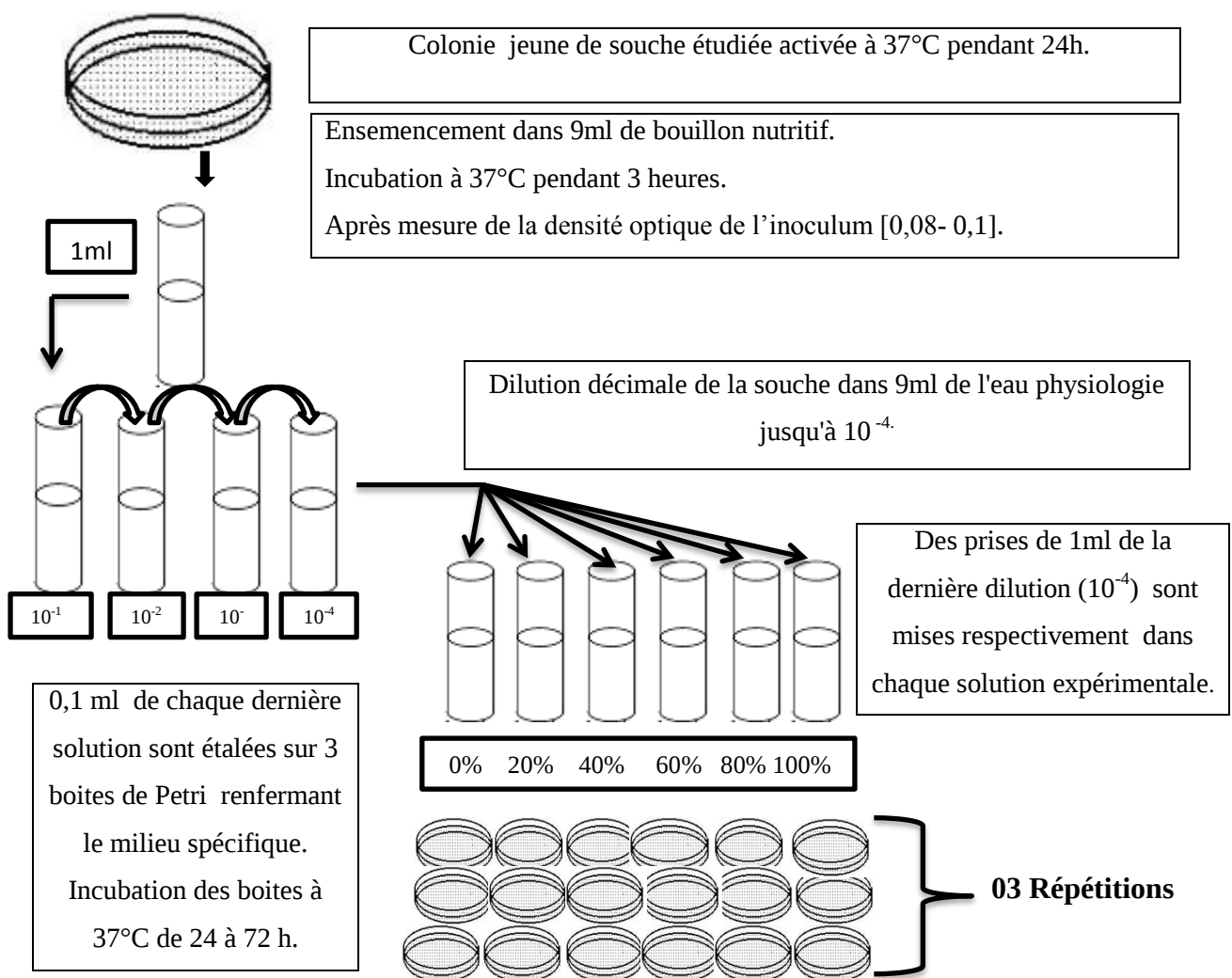


Figure 08. Méthode de contact directe.

4.3 Méthode des disques par diffusion :

Les disques ont été confectionnés à partir du papier filtre (Whatman n° 5), à raison de 6mm de diamètre. Pour éviter tous risques de contamination aux germes exogènes au cours de l'expérimentation les disques ont été stérilisés à 120°C pendant 15 minutes dans un autoclave.



Figure09. Disque préparés à partir filtre wattman.

Une colonie de chaque espèce bactérienne prélevée du milieu gélosé spécifique après activation a été ensemencée dans 10 ml de bouillon nutritif ; ce mélange constitue l'inoculum microbien.

Des prises de volume de 1ml de cette dernière solution ont été étalées séparément en surface de plusieurs boîtes de Petri contenant le milieu MH, ID® 2, bioMérieux.

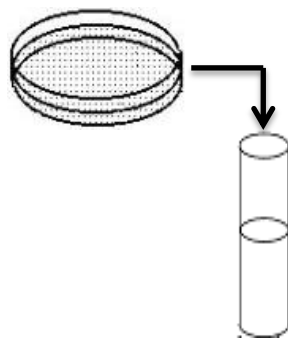
Trois disques imbibés pendant 5 minutes dans chaque extrait obtenu selon le solvant utilisé, ainsi que dans une solution contenant un puissant antibiotique dont la Gentamicine, sont ensuite déposés successivement à la surface de chaque boîte de Petri contenant le milieu gélosé Mueller Hinton ensemencé au germe *E.coli* (Prescott *et al.* , 2003).

La lecture des diamètres d'inhibition a été effectuée après incubation des boîtes de Petri à 37°C pendant 24 heures à l'aide d'un pied à colis (Guignar, 1998).

Partie 2 : Méthodologie expérimentale

Solutions expérimentales	100%	80%	60%	40%	20%	Genta
Quantité d'extrait de <i>Mentha x piperita</i>	10ml	8ml	6ml	4ml	2ml	10ml
Quantité d'eau distillée stérile	00ml	2ml	4ml	6ml	8ml	
Déposé de 3 disques						

01) Colonie jeune de souche étudiée.



02) Ensemencement dans 10 ml de bouillon nutritif.
Incubation à 37° C pendant 03 heures.

03) Mesure de la densité optique de l'inoculum [0,08-0,1]

04) Étalement de 1ml de l'inoculum sur surface des boîtes Petri contenant le milieu MH selon les concentrations (20, 40, 60, 80,100%).

05) imbibé les disques pendant 05 mm et déposé sur la surface de gélose MH.
Incubation à 37°C pendant 24h

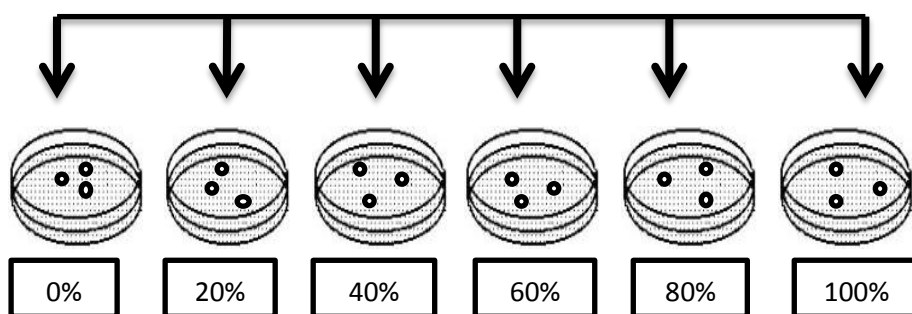


Figure 10. Méthode des disques par diffusion sur gélose MH.

4.4 Détermination de la concentration minimale inhibitrice :

La concentration minimale inhibitrice est la plus petite concentration en antibiotique, en antifongique et /ou en principes composés actifs nécessaires pour inhiber la croissance d'un microorganisme (**Denis et al., 2011**).

Dans le cas de notre étude, c'est les principes actifs des extraits de la matière végétale des plantes obtenus par extraction aux différents solvants qui ont été utilisés pour déterminer la concentration minimale inhibitrice de l'espèce de germe responsable des infections urogénitales chez femmes et dont *E.coli*. Ainsi, une colonie jeune d'*E coli* prélevée à l'aide d'une anse à platine dans 10 ml de bouillon nutritif à été incubée pendant 03 heures à 37°C en vue d'obtenir les inocula, des prises de 0,2 ml de chaque inoculum sont ensuite introduites respectivement dans 2 ml de chaque extrait dilué non pas avec de l'eau mais avec le bouillon Mueller Hinton.

Les mélanges des tubes contenant séparément chaque extrait préparé à différentes concentrations (0, 20, 40, 60, 80 et 100%) et l'inoculum de bactérie ont été ensuite incubés à 37 °C pendant 18 à 24 heures (**Moroh et al, 2008**).

La détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI a été effectuée à partir de la mesure de la turbidité induite par la croissance du microorganisme étudié. La CMI correspond donc à la plus petite concentration pour laquelle il y a absence de turbidité. Par conséquent c'est le premier tube où la valeur d_i sera égale à d_f ($d_i = d_f$).

Le taux de survie du microorganisme a été mesuré au spectrophotomètre réglé à 625 nm comme suit :

$$S = \frac{d_f - d_i}{D_f - D_i} * 100$$

-S : Taux de survie du microorganisme en%

- $d_f - d_i$: différence de densité optique dans la solution phénoliqueensemencée avant et après incubation à 37°C durant 18 heures.

- $D_f - D_i$: différence de densité optique sans extraits de Menthe avant et après incubation à 37°C durant 18 heures (**Kra et al., 2001 ; Zrihi et al., 2007**) .

4.5 Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB) :

La concentration minimale bactéricide d'une espèce de germe étudié représente la plus petite concentration d'extrait de la plante qui laisse 0,01% au moins de survivant de l'inoculum initial après incubation (**Moroh et al., 2008**).

Pour sa détermination, le tube témoin (inoculum) a été dilué à l'eau physiologique jusqu'à 10^{-4} . Cette dilution représente 0,01% de survie du microorganisme. Elle est ensemencée par strie de 5 cm sur une Gélose Mueller Hinton puis incubée à 37°C pendant 24 heures.

Le nombre de colonies de bactéries obtenu sur la strie de la dilution 10^{-4} est comparé à celui de chaque tube expérimental contenant l'inoculum, également ensemencé sur le même milieu de culture en strie de 5cm et incubé à 37 °C durant 18 à 24 heures. Ainsi, le premier tube expérimental dont le nombre de colonies présent sur sa strie est inférieur ou égal à celui de la dilution 10^{-4} correspondra à la CMB.

5-Traitement statistique :

Les résultats paramétriques expérimentaux ont été traités statistiquement par une analyse de variance bi factorielle en randomisation totale suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de NEWMAN et KEULS (stat. Box 6.4) .

Partie 2 : Méthodologie expérimentale

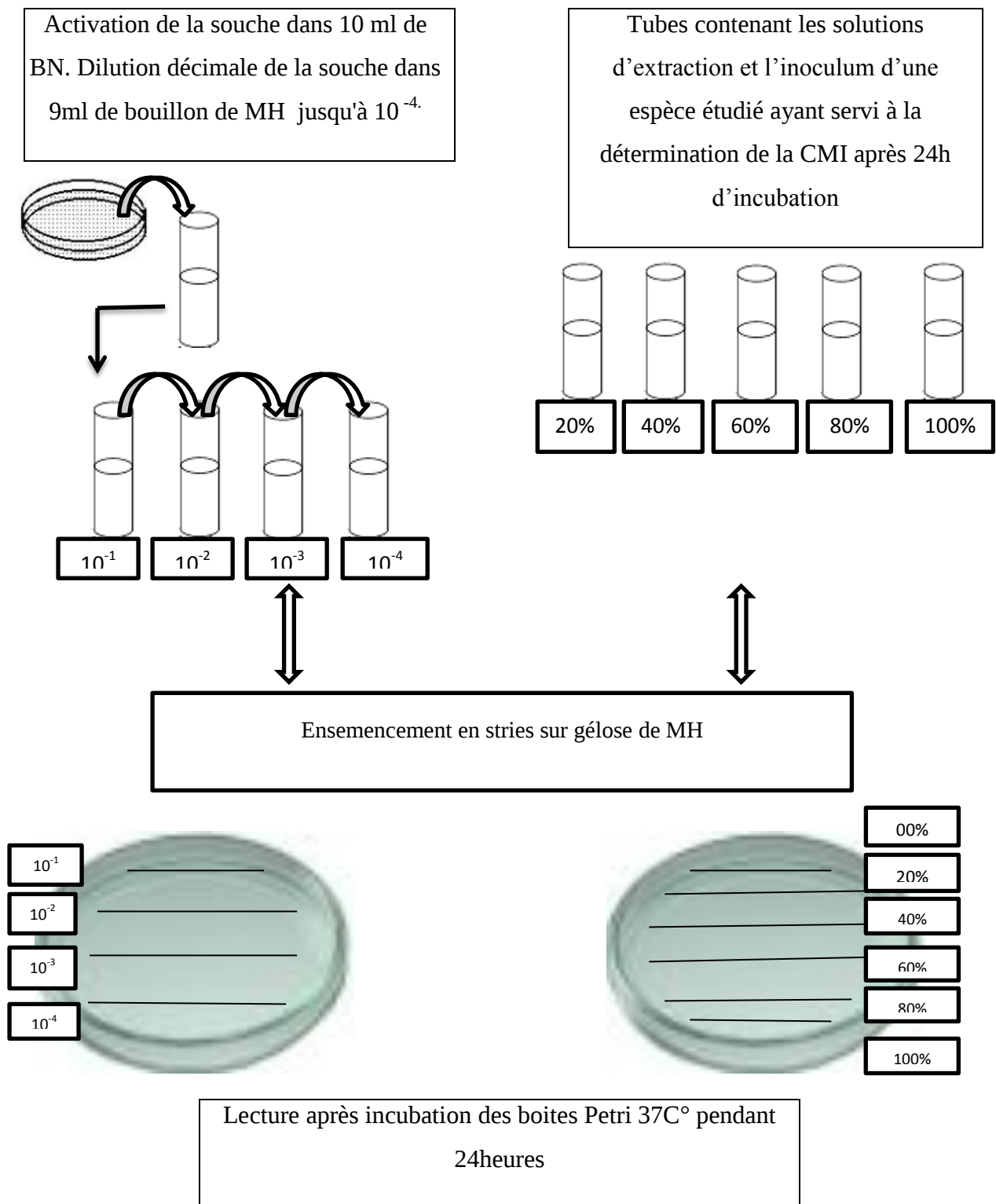


Figure11. Méthode de la détermination de la CMB d'espèce étudiée.

1- Résultats

1.1 Croissance du germe *E.coli* :

Les effets des extraits au solvant à différents polarités de la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) prélevée des deux régions de l'étude (Mostaganem et Naama) sur la croissance d'*E.coli* sont illustrés dans les (Figures 12 et 13).

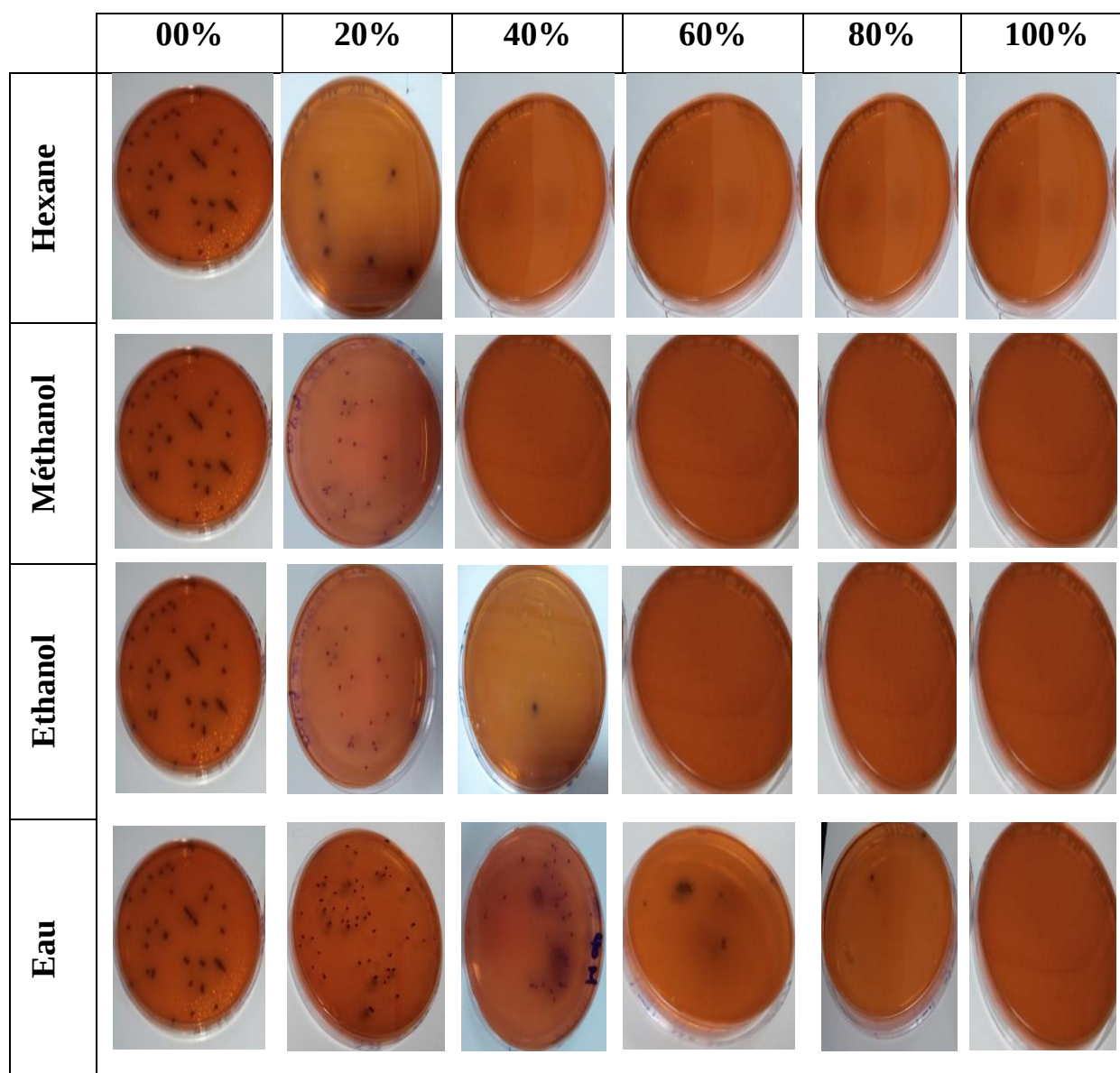


Figure12. Effet des extraits bioactifs de la *Menthe poivrée* prélevé de la région de Mostaganem sur la croissance d'*E.coli*.

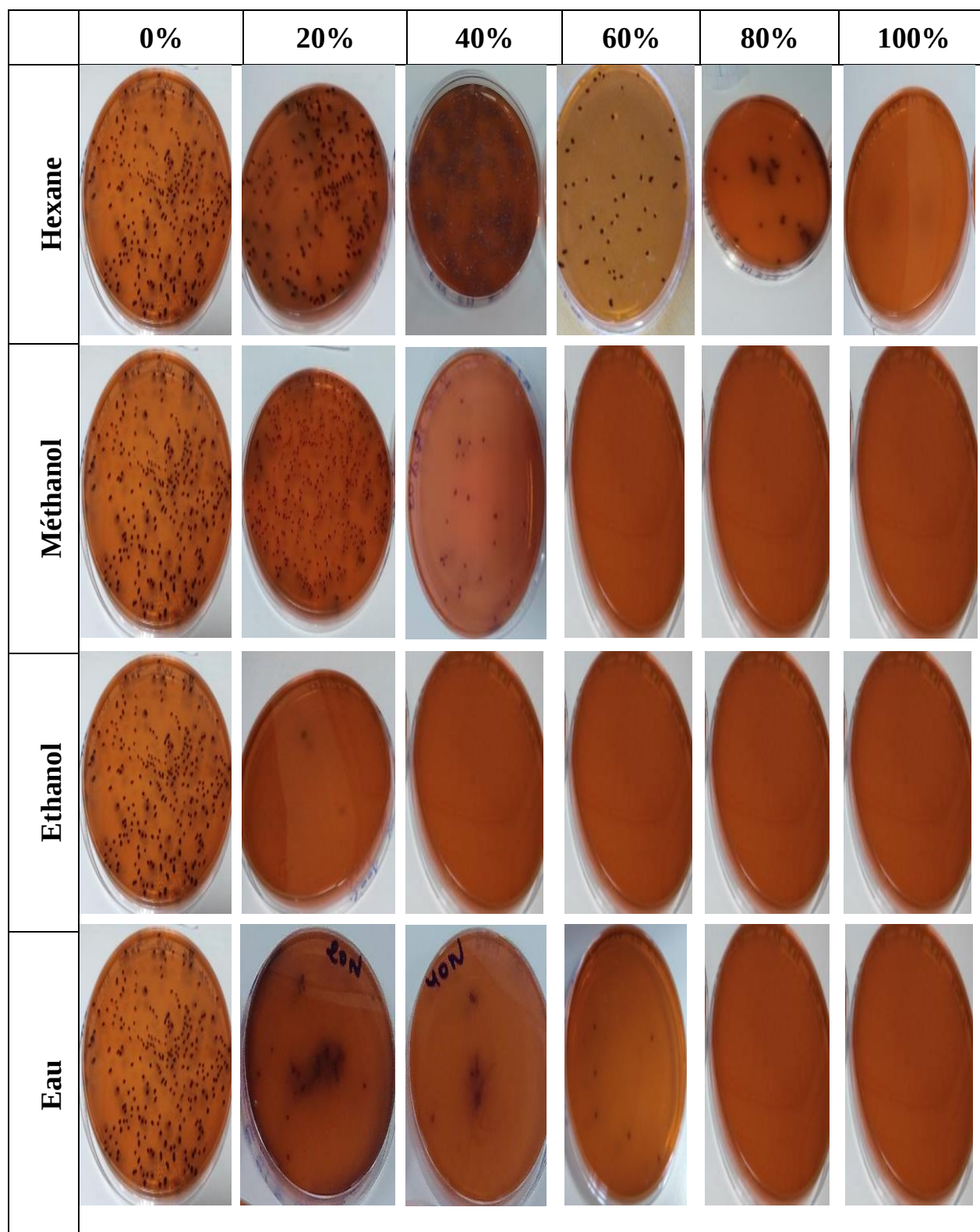


Figure13. Effet des extraits bioactifs de la Menthe poivrée prélevée de la région de Naama sur la croissance *E.coli*.

Partie 3 : Résultats et discussion

Les extraits à l'hexane, au méthanol et à l'éthanol de la menthe poivrée prélevée à Mostaganem ont engendré une faible croissance par rapport à l'extrait aqueux de la plante ($p < 0.01$), 85.10^4 vs 123.10^4 , vs 111.10^4 vs 221.10^4 UFC /ml, respectivement.

En revanche, les extraits au méthanol, éthanol et à l'eau de la menthe poivrée récoltée de la région de Naama ont présenté les meilleurs résultats de croissance microbienne ($p < 0.01$) (58.10^5 vs 21.10^5 , vs 35.10^5 UFC / ml) comparativement à celui de l'hexane (97.10^5 UFC/ml).

La faible prolifération microbienne est observée avec l'extrait à l'hexane de Mostaganem et avec l'extrait à l'éthanol de Naama, 85.10^4 et 21.10^5 UFC /ml, respectivement.

Apparemment, l'élévation de la concentration d'extraits de Mostaganem de (0 ; à 20 à 40 et 60%) s'est traduit par une nette baisse ($p < 0.05$) de la croissance du germe, de 39.10^5 ; à 265.10^4 à 97.10^4 et à 31.10^5 UFC/ml. Au-delà de 60%, à 80% et 100% d'extrait la croissance microbienne reste stable ($p < 0.05$) et varie de 183.10^4 à 33.10^5 UFC /ml.

Concernant la menthe poivrée de Naama les extraits préparés à 0 et 20% ont présenté une même croissance du germe *E.coli* ($p < 0.05$); 129.10^5 vs 95.10^5 UFC/ml. La croissance commence par la suite à diminuer remarquablement ($p < 0.05$) à 40 et 60 % d'extrait (65.10^5 et 198.10^5 UFC /ml) et devient stable à 80% d'extrait (75.10^5 UFC /ml) pour diminuer totalement à 100% d'extrait 0UFC/ml (**Tableau05**).

1-2 Taux de croissance :

Les extraits à l'hexane au méthanol et à l'éthanol de la menthe poivrée prélevée de la région de Mostaganem ont enregistré un faible taux de croissance par rapport à l'extrait aqueux de la plante ($p < 0.01$), 21.428 Vs 31.231, vs 27.993 ; vs 55.883 %, respectivement.

En revanche, les extraits au méthanol, éthanol et à l'eau de la menthe poivrée récoltée à Naama ont présenté les meilleurs résultats de taux de croissance microbienne (44.944% vs 16.709%, vs 27.205%) comparativement à celui de l'hexane (74.806 %) qui a marqué des valeurs très élevées ($p < 0.01$).

Le faible taux de prolifération microbienne est observé avec l'extrait à l'hexane de Mostaganem est avec l'extrait à l'éthanol de Naama ; 21.428% et 16.709 %, respectivement.

L'élévation de la concentration des extraits de la plante de Mostaganem de (0 ; à 20 et 40%) s'est traduit par des recrudescences notables ($p < 0.05$) de la croissance du germe, de 100 ; à 66.777 et à 24.58%. Au-delà de 40%, d'extrait le taux de croissance microbienne reste stable ($p < 0.05$) et varie de 0.84% à 7.983%.

TABLEAU 05 :

TABLEAU 06 :

Partie 3 : Résultats et discussion

Concernant la menthe poivrée de Naama les extraits préparés à 0, 20 et 40% ont diminué remarquablement ($p < 0.01$) de 100 à 73.96 et à 50.385%. Les extraits préparés à 60, 80 % ont présenté un même taux de croissance du germe *E.coli* ; 15,294 vs 5,848%, pour diminuer enfin totalement à 100% d'extrait (**Tableau 06**).

1-3 Test de diffusion sur disque du germe *E.coli* :

Les diamètres d'inhibition développés par les différents extraits à base des composés bioactifs de la Menthe poivrée (*Mentha x piperita*) prélevée des deux régions Mostaganem et Naama sur la croissance de germe *E.coli* sont illustrés dans les (**Figures 14 et 15**).

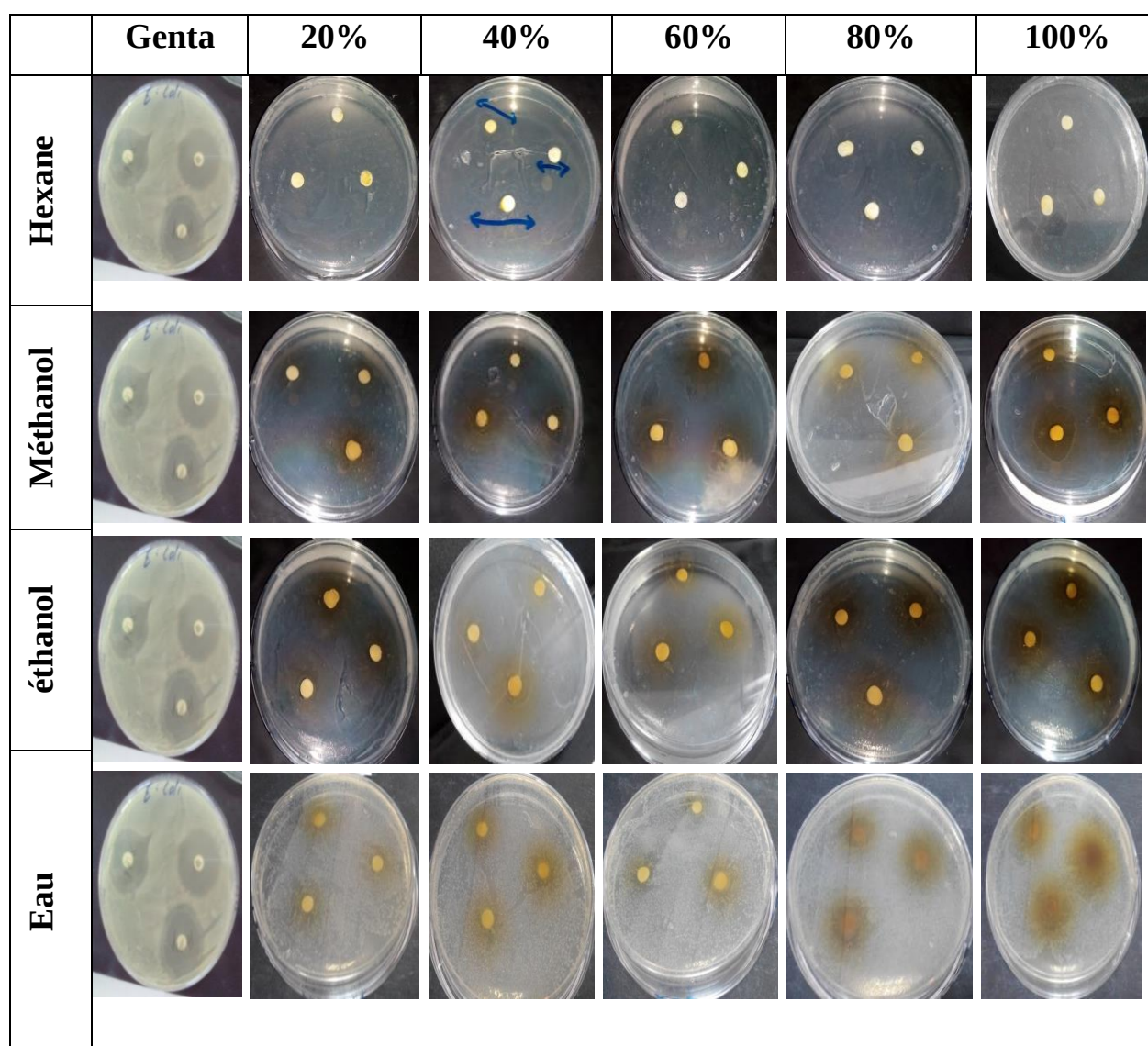


Figure14. Diamètres d'inhibition des extraits de la *Menthe poivrée* prélevée de la région de Mostaganem chez *E. coli*.

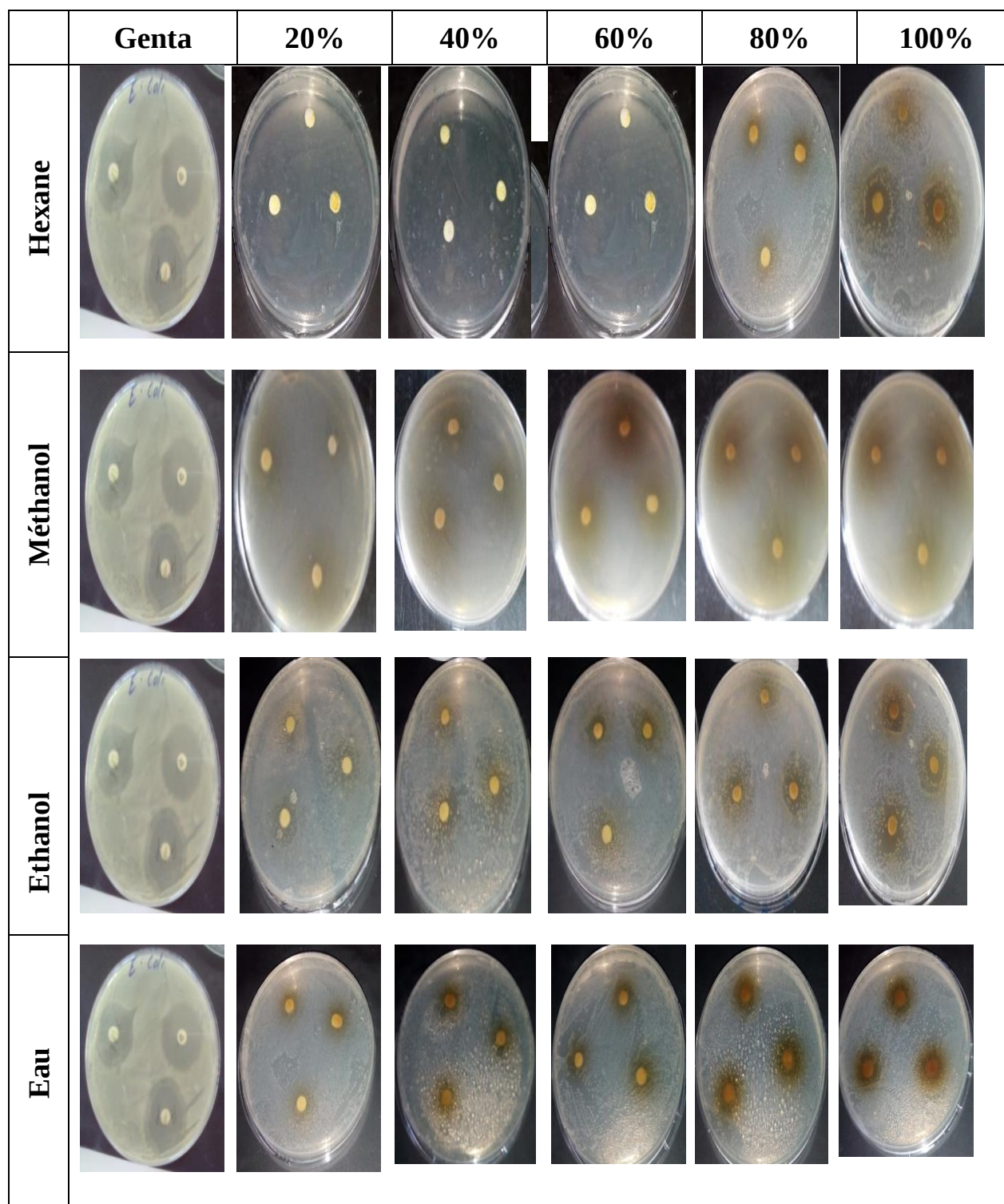


Figure15. Diamètres d'inhibitions des extraits de la *Menthe poivrée* prélevée dans la région Naama chez *E.coli*.

Partie 3 : Résultats et discussion

Les extraits à l'hexane, au méthanol et à l'éthanol de la *Menthe poivrée* prélevée à Mostaganem ont engendré des diamètres d'inhibitions plus élevés par rapport à l'extrait aqueux de la plante ($p < 0.01$), 22.944 vs 19.333, vs 18.556 vs 12.111mm, respectivement.

Les extraits au méthanol et à l'éthanol de la menthe poivrée de Naama, ont présenté les meilleurs résultats ($p < 0.01$), 15.27 vs 20.833mm, comparativement à ceux de l'hexane et à l'eau (11.667 vs ; 10.889mm).

Les diamètres d'inhibition les plus élevées ont été observés avec l'extraction à l'hexane de Mostaganem et ce lui à l'éthanol de Naama ; 22.94 et 20.83mm, respectivement.

L'antibiotique a enregistré le diamètre d'inhibition d'*E.coli* le plus élevé de 27.67mm ($p < 0.01$) par rapport aux différents extraits expérimentaux.

En revanche, en fonction de la concentration de l'extrait des deux régions variable de 20 à 100% il est remarqué des augmentations significatives ($p < 0.01$) des diamètres d'inhibition ; de 14 à 18mm pour les extraits de Mostaganem et de 9.25 à 18mm pour ceux de Naama (Tableau07).

1-4 Taux d'inhibition :

Les extraits à l'hexane au méthanol et à l'éthanol de la *Menthe poivrée* prélevée à Mostaganem ont présenté des taux d'inhibitions plus élevés par rapport à l'extrait aqueux ($p < 0.01$) ; 82.942 vs 69.888, vs 67.081 vs 43.778%, respectivement.

Concernant la menthe de Naama, les extraits au méthanol et à l'éthanol ont présenté les meilleurs résultats des taux d'inhibition ($p < 0.01$) ; 55.269 vs 75.311%, comparativement à plus élevés ceux l'hexane et à l'eau (42.172% vs ; 39.361%)

L'élévation de la concentration aux extraits de la plante de Mostaganem de, 20 à 40 et à 60% s'est traduit par une nette augmentation ($p < 0.01$) des taux d'inhibitions du germe *E.coli* de 50.91 à 51.522 et à 59.044%. Au-delà de 60% d'extrait, les taux d'inhibition reste pratiquement stable ($p < 0.01$) et varie de et 68.385 à 65.672%.

Pour la menthe poivrée de Naama, en fonction de la concentration des extraits préparés de (20 à 100 %) les taux d'inhibition s'avérèrent proportionnels ($p < 0.01$) et variable de 50.91 à 65.67 % pour les extraits de Mostaganem et de 33.43 à 65.07% pour les extraits de Naama. (Tableau 08).

TABLEAU 07 :

TABLEAU 08 :

2- Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI):

Les différentes valeurs de la DO induites par la croissance d'*E. coli* dans les différents extraits de *Mentha x piperita* collectées des régions de Mostaganem et Naama figurent dans le (Tableau.09)

- **Région de Mostaganem :**

Le taux de survie est nul pour l'extrait à l'hexane préparé à 20%. Cette concentration est donc la CMI du germe *E.coli*. Concernant l'extrait au méthanol de la menthe poivrée, la CMI est obtenu à 40%.

L'extrait à l'éthanol préparé à 60% à engendré un taux de 0% de survie du germe après 24h d'incubation ; cette concentration représenté la CMI chez *E.coli*. Les extraits à l'eau ont marqué une CMI à une concentration plus élevé de 100%.

- **Région de Naama**

Les extraits à l'hexane et à l'eau de la menthe poivrée de Naama ont accusé une CMI du germe *E.coli* à une concentration de 80%.

En revanche la CMI du *E.coli* a été obtenue avec l'extrait au méthanol préparé à 60% et à seulement 20% de celui de l'éthanol.

1.1.5 Concentration Minimale Bactéricide (CMB):

La (Figure 16 et 17) représente d'une part (à droit) le nombre de germes développé après 24 heures d'incubation à 37C°, des différents dilution décimales de l'inoculum d'*E.coli* allant de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} et 10^{-4} et d'autre part (à gauche) les différents solutions des extraits de l'hexane ,au méthanol, éthanol et à l'eau de la menthe poivrée prélevée des régions de Mostaganem et Naama préparés à 00,20, 40, 60% , 80 et 100% et ensemencés au germe *E.coli* et ayant servi à la détermination de la concentration minimale bactéricide.

Les CMB des extraits de menthe poivrée collectée à Mostaganem ont été obtenues chez *E.coli* à des extractions ethanologique et aqueux purs de 100% et avec l'extrait à l'hexane de 20% et celui au méthanol concentré à 80%.

Concernant, les extraits de la Menthe poivrée de Naama, la CMB d'*E.coli* est réalisée avec les extraits purs à l'hexane, et à l'eau de 100%, ainsi qu'avec les extraits au méthanol de 60% et l'éthanol à 20%.

Tableau 09. Evaluation des Concentration Minimale Inhibitrices des extraits bioactifs de *Menthe poivrée* chez *E.coli*.

Région	Solvants	Concentration d'extraits bioactif de <i>Menthe poivrée</i>						
Mostaganem	Hexane	Paramètres	Témoin	20%	40%	60%	80%	100%
		di	0,0439	1,233	1,231	0,607	0,418	0,110
		df	0,937	0,166	0,269	0,041	0,038	0,007
		df-di	0,893	-1,067	-0,962	-0,566	-0,38	-0,103
		S%	100	0	0	0	0	0
		CMI	20%					
	Méthanol	di	0,0439	0,863	0,302	0,230	0,110	0,010
		df	0,937	1,345	0,229	0,160	0,052	0,006
		df-di	0,893	0,509	-0,073	-0,07	-0,058	-0,004
		S%	100	56,99	0	0	0	0
		CMI	40%					
	Ethanol	di	0,0439	0,062	0,028	0,114	0,164	0,147
		df	0,937	0,653	1,390	0,035	0,124	0,043
		df-di	0,893	0,591	0,362	- 0,079	- 0,04	- 0,104
		S%	100	66,18	40,53	0	0	0
		CMI	60%					
	Eau	di	0,0439	0,068	0,122	0,060	0,020	0,152
		df	0,937	0,726	0,632	0,252	0,117	0,152
		df-di	0,893	0,658	0,51	0,192	0,097	0
		S%	100	73,68	57,11	21,50	10,86	0
		CMI	100%					
Naama	Hexane	di	0,024	0,019	0,120	0,110	0,201	0,42
		df	0,156	0,150	0,149	0,135	0,130	0,1
		df-di	0,132	0,131	0,511	0,037	-0,071	-0,32
		S%	100	99,24	21,21	18,93	0	0
		CMI	80%					
	Méthanol	di	0,024	0,070	0,09	0,4	0,20	0,36
		df	0,156	0,153	0,144	0,140	0,120	0,101
		df-di	0,132	0,083	0,054	-0,26	-0,088	-0,259
		S%	100	62,87	40,90	0	0	0
		CMI	60%					
	Ethanol	di	0,024	0,095	0,146	0,015	0,015	0,012
		df	0,156	0,090	0,144	0,012	0,012	0,011
		df-di	0,132	-0,005	-0,002	-0,003	-0,003	-0,001
		S%	100	0	0	0	0	0
		CMI	20%					
	Eau	di	0,024	0,063	0,085	0,095	0,30	0,37
		df	0,156	0,145	0,140	0,135	0,130	0,129
		df-di	0,132	0,499	0,414	0,04	-0,17	-0,241
		S%	100	62,12	41,67	30,30	0	0
		CMI	80%					

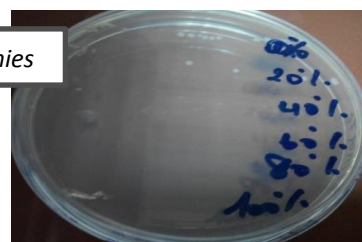
Partie 3 : Résultats et discussion

Extrait de l'hexane (CMB à 20%) :

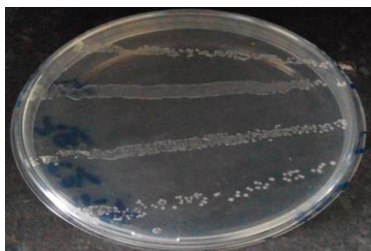


10^{-4} : 04 colonies

20% : 04 colonies



Extrait au méthanol (CMB à 80%) :

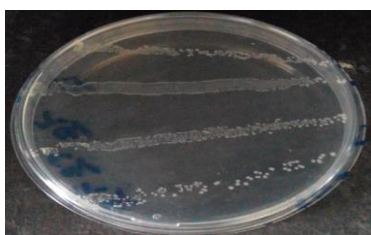


10^{-4} : 49 colonies

80% : 49 colonies



Extrait à l'éthanol (CMB à 100%) :

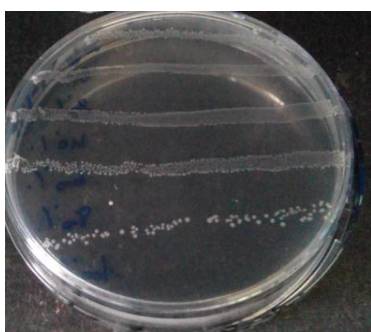


10^{-4} : 52 colonies

100% : 52 colonies



Extrait à l'eau (CMB à 100%) :



10^{-4} : 49 colonies

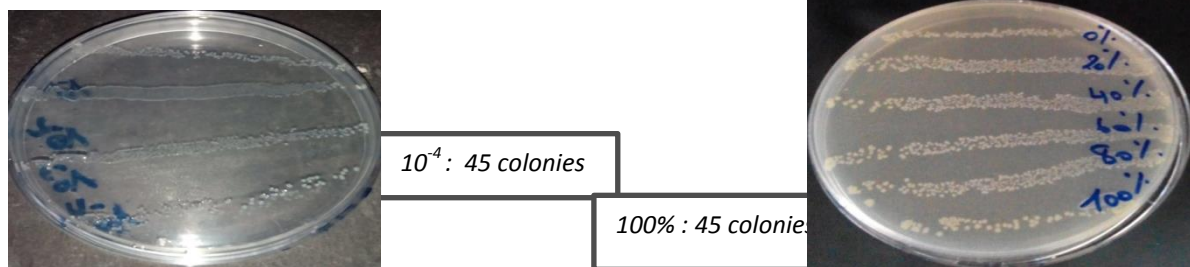
100% : 32 colonies



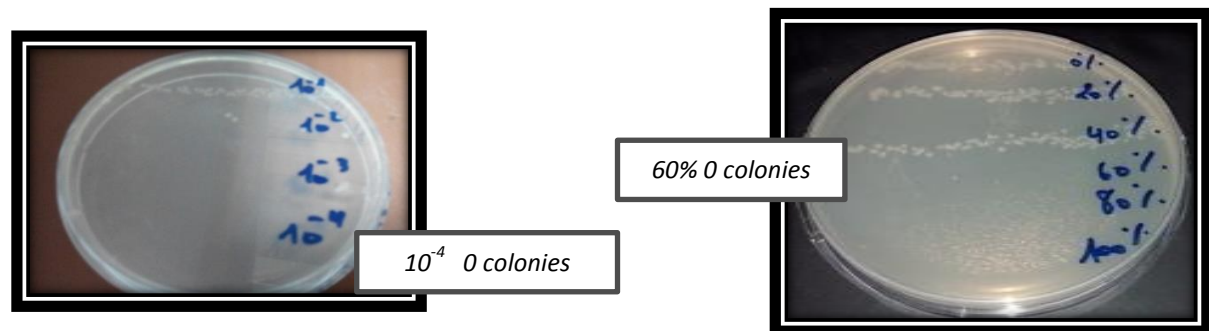
Figure 16. Concentration Minimale Bactéricides des extraits de Menthe poivrée prélevée à Mostaganem chez *E. coli*

Partie 3 : Résultats et discussion

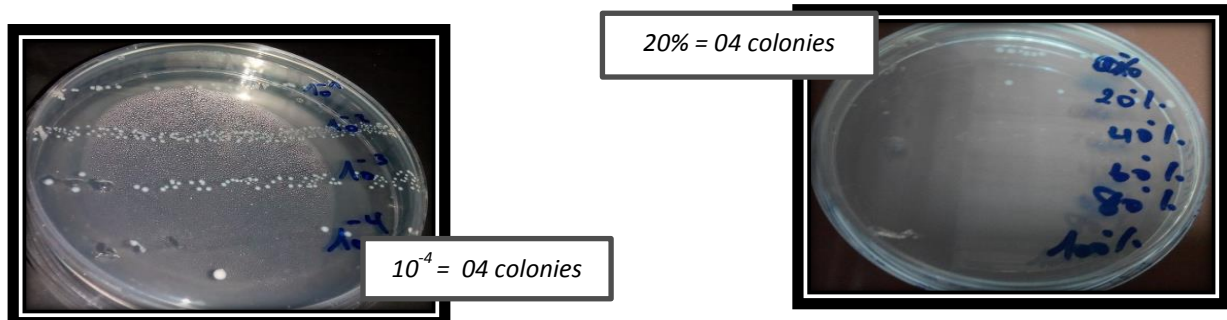
Extrait à l'hexane (CMB à 100%) :



Extrait au méthanol (CMB à 60%) :



Extrait à l'éthanol (CMB à 20%) :



Extrait à l'eau (CMB à 100%) :

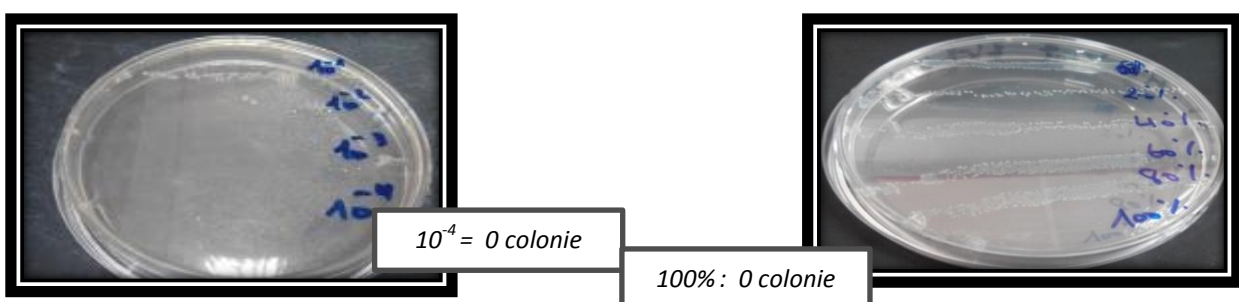


Figure 17. Concentration Minimale Bactéricides des extraits de Menthe poivrée prélevée à Naama chez *E.coli*.

1.1.6. Type d'inhibition des extraits

D'après le rapport CMB /CMI, les extraits aux solvants et à l'eau de la plante étudiée exercent une inhibition de type bactéricide chez *E.coli* (**Tableau.10**).

Tableau.10 Action inhibitrice des extraits bioactifs de la Menthe poivrée prélevée des régions de Mostaganem et de Naama chez *E.coli*.

Paramètre	Solvants	CMI	CMB	CMI/CMB	Type d'inhibition
Extraits de <i>Mentha x piperita</i> prélevée de la région Mostaganem	Hexane	20%	20%	01	Bactéricide
	Méthanol	40%	80%	02	
	Ethanol	60%	100%	01.67	
	Eau	100%	100%	01	
Extraits de <i>Mentha x piperita</i> prélevée de la région Naama	Hexane	80%	100%	01.25	
	Méthanol	60%	60%	01	
	éthanol	20%	20%	01	
	Eau	80%	100%	01.25	
Normes	*D’après (Olivier, 2007) : CMB/ CMI $\leq$ 2(Effet bactéricide) CMB/ CMI $>$2(effet bactériostatique) * D’après (Marmonier, 1990) : CMB/ CMI $\leq$ 4(Effet bactéricide) CMB/ CMI $>$ 4(effet bactériostatique)				

2- Discussion :

Au cours de cette étude, les extraits ont été préparés par une extraction solide –liquide, en utilisant trois solvants de polarités différentes (hexane, méthanol, éthanol) et à l'eau distillé stérile. L'étude vise à suivre les effets des de *Mentha x piperita* prélevée de deux régions de l'étude (Mostaganem et Naama) sur la croissance des germes impliqués dans maladies urogénitales.

Parmi les espèces bactériennes qui cause les infections urogénitales chez particulièrement les femmes, *E. coli* est considérée comme étant la plus pathogènes du système urogénital (**Flandrois, 1997**).

L'analyse des données expérimentales montre que, le nombre de germe *E.coli* a diminué significativement ($p < 0.01$) sous l'effet des extraits de menthe poivrée aux solvants polaires (hexane, méthanol et éthanol) par comparaison à l'extrait aqueux de la plante récolté à Mostaganem.

Ceci semblent contraire les propos de (**Koffi et al., 2013 ; Soma ,2002**) qui ont démontré que l'extrait aqueux de *Momordica charantia* riche en composés phénoliques induit une inhibition remarquable de la croissance de *E. coli*.

En revanche, les extraits au méthanol, éthanol et à l'eau de la menthe poivrée de Naama ont résulté des régressions hautement significatives ($p < 0.01$) de la croissance du germe comparativement à celui de l'hexane.

Des études in - vitro similaires réalisées par (**Sosa et al., 2006**) ont également noté l'effet antimicrobien des extraits aux solvants polaires dont le méthanol effectué sur le *Teucrium polium* chez *E.coli*.

En outre, comparativement au témoin (eau distillé stérile 0%), le nombre de germe semble diminué significativement ($p < 0,05$) avec l'augmentation de la concentration de 20, 40 et 60% en extraits à l'hexane, méthanol et à l'éthanol de *Mentha x piperita* prélevée des deux région de l'étude.

Ces réponses résultent certainement du fait que les extraits à l'hexane, méthanol et à l'éthanol renferment de multiples composés bioactifs antimicrobiens recensés par plusieurs auteurs (**Diane et Jeffrey, 2006**) en particulier dans la menthe poivrée dont (huiles essentielles, flavonoïdes, triterpènes, tanins, menthol....etc.) (**Eberhard et al., 2005**) et qui semblent Inhiber à des fortes concentrations notamment à l'État pur totalement la croissance de la bactérie *E.coli* responsable des infections urogénitales chez les femmes.

Partie 3 : Résultats et discussion

Les travaux scientifiques de **(El-Kady et al., 1993 ; Pattnaik et al., 1997)** ont montré que les composés bioactifs contenus dans la menthe poivrée présentent une activité antimicrobienne certaine contre la majorité des bactéries à gram positifs et à gram négatifs dont E.coli.

Les extraits à l'hexane, méthanol et à l'éthanol de la menthe poivrée de Mostaganem ont engendré une inhibition significative ($p < 0.01$) par rapport à l'extrait aqueux de la plante. Par contre, les extraits au méthanol, et à l'éthanol de la menthe de Naama ont exercé une forte inhibition ($p < 0.01$), comparativement à celui de l'hexane et l'eau **(Leelaprakash et al. 2011)** ont montré aussi par la méthode des puits et celle par imprégnation de disques que l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux à (100 mg/ml) sont très actifs sur E.coli. Ceci est en accord avec nos résultats quoique les extraits de notre étude semblent exercer une faible action sur le germe étudié.

Il est à signaler que, les valeurs des diamètres d'inhibitions enregistrés avec les extraits purs à 100% des deux régions sont presque proches à celui de l'antibiotique, utilisé à savoir Gentamicine considéré comme étant un antibiotique à large spectre **(Pino et al., 2004)**.

Ceci confirme bien que les extraits de la menthe poivrée mentionnés précédemment contiennent bien des composés bioactifs antimicrobiens qui exercent un effet inhibiteur sur la croissance d'E.coli **(Tsai et al., 2013)**.

Les extraits de menthe poivrée peuvent ainsi être utilisés et préconisés comme moyen thérapeutique naturelle à moindre coût contre de nombreuses maladies infectieuses (inflammation de la bouche, pharynx, diarrhée, vomissements, troubles digestifs... etc.) en substitution aux traitements conventionnels dont le traitement abusif peut développer une certaine résistance des germes causaux et pouvant par voie de conséquence nuire d'une manière drastique à la santé des patients **(Silvia et al., 2017)**.

L'analyse de la CMI et la CMB des extraits de menthe poivrée collectée à Mostaganem a montré qu'E.coli est sensible à 100% d'extraits à l'éthanol et à l'eau, à 20% d'extrait à l'hexane et à 80% de celui au méthanol.

Concernant la CMB, les extraits de la Menthe poivrée de Naama ont dévoilé que E.coli est sensible avec les extraits purs de l'hexane, et à l'eau, à 60% d'extrait méthanolique et à 20% de celui à l'éthanol.

Selon le rapport CMB/CMI des extraits de menthe variable de, 1 à 1.67 ; 1 dans la plante de Mostaganem et de 1.25 à 1.25 dans la plante de Naama, respectivement, et d'après **(Olivier, 2007)** étant donné que ces rapports sont inférieurs ou égaux à 2, les extraits *Mentha x piperita* collectée en Algérie exercent donc un effet de type bactéricide vis-à-vis du germe étudié. **(Marmonier, 1990)**; rapporte en d'autre part que lorsque le rapport (CMB/CMI) d'une

Partie 3 : Résultats et discussion

substance antimicrobienne est inférieur ou égale 4 ceci suppose aussi quelle présente un effet bactéricide ; alors que si le rapport est supérieur à 4 elle présentée plutôt un effet bactériostatique.

Il est bien établi que certains composés bioactifs des plantes dont les polyphénols notamment les flavonoïdes et les tannins sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes. Le mécanisme de toxicité peut être dû à l'inhibition de la croissance bactérienne suite à leur adsorption sur les membranes cellulaire, à l'inhibition des enzymes hydrolytique (les protéase et les carbohydrases) ou lié à d'autres interaction avec les effecteurs ou substrat et ions métalliques en inactive ont par exemple les adhésines microbienne et les protéines de transport (**cowan, 1999; Dhaouadi et al., 2010**).

Il apparait donc nécessaire d'orienter d'autres études pour la caractérisation des principaux composés bioactifs contenus dans les différents extraits aux solvants à différentes polarités de la plante récoltée spécialement dans les région de Mostaganem et de Naama et caractériser ensuite leur mécanismes d'action chez particulièrement E.coli

Tableau05. Effets des extraits de la *Menthe poivrée* prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur la croissance d'*E.coli*.

		<i>Facteurs</i>	Int. facteurs (F₁×F₂) (n=03)				solvants (n=18)				Concentration des extraits (n=12)						F ₁	F ₂	Int. (F ₁ ×F ₂)
		Solvants	Hex.	Méth.	Eth.	Eau	Hex.	Méth.	Etha.	Eau	0%	20%	40%	60%	80%	100%			
Mostaganem	Concentrations des Extraits	0%	39.10 ^{5a}	39.10 ^{5a}	39.10 ^{5a}	39.10 ^{5a}	85.10 ^{4b}	123.10 ^{4b}	111.10 ^{4b}	221.10 ^{4a}	39.10 ^{5a}	265.10 ^{4b}	97.10 ^{4c}	31.10 ^{5d}	183.10 ^{4d}	33.10 ^{5d}	**	**	*
		20%	113.10 ^{4b}	33.10 ^{5a}	266.10 ^{4a}	35.10 ^{4a}													
		40%	00 ^b	166.10 ^{4b}	33.10 ^{5b}	37.10 ^{5a}													
		60%	00 ^b	00 ^b	00 ^b	126.10 ^{4b}													
		80%	00 ^b	00 ^b	00 ^b	73.10 ^{5b}													
		100%	00 ^b	00 ^b	00 ^b	133.10 ^{5b}													
Naama	Concentrations des Extraits	0%	129.10 ^{5ab}	129.10 ^{5ab}	129.10 ^{5ab}	129.10 ^{5ab}	97.10 ^{5a}	58.10 ^{5b}	21.10 ^{5b}	35.10 ^{5b}	129.10 ^{5a}	95.10 ^{5a}	65.10 ^{5b}	198.10 ^{5c}	75.10 ^{5c}	00 ^c	**	**	*
		20%	213.10 ^{5a}	137.10 ^{5ab}	33.10 ^{5b}	33.10 ^{5b}													
		40%	155.10 ^{5a b}	83.10 ^{5ab}	00 ^b	233.10 ^{4b}													
		60%	53.10 ^{5b}	00 ^b	00 ^b	256.10 ^{4b}													
		80%	30.10 ^{5b}	00 ^b	00 ^b	00 ^b													
		100%	00 ^b	00 ^b	00 ^b	00 ^b													

Les résultats sont représentés en valeurs moyennes ; F1 : effet du facteur étudié type de solvant d'extraction, F2 : effet du facteur étudié concentration ; * : Effet significatif du facteur étudié ; ** : Effet hautement significatif du facteur étudié ; NS : effet non significatif du facteur étudiée ; a, b, cetc. groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls ; n : nombre de répétitions, Int. (F₁×F₂) : Effets de 'l'interaction des deux facteurs étudiés (F₁ et F₂) Hex : hexane ; Méth : méthanol ; Eth : éthanol.

Tableau06. Effets des extraits de la *Menthe poivrée* prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur le taux de croissance d'*E.coli*

		Facteurs	Int. des facteurs (F ₁ ×F ₂) (n=03)				Effets solvants (n=18)				Concentration des extraits (n=12)						F ₁	F ₂	(F ₁ ×F ₂)
		Solvants	Hex.	Méth.	Eth.	Eau	Hex.	Méth.	Etha.	Eau	0%	20%	40%	60%	80%	100 %			
Mostaganem	Concentrations des Extraits	0%	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	21.428 ^b	31.231 ^b	27.993 ^b	55.883 ^a	100 ^a	66.777 ^b	24.58 ^c	7.983 ^d	4.622 ^d	0.84 ^d	**	**	*
		20%	28.567 ^b	83.187 ^a	67.117 ^a	88.237 ^a													
		40%	00 ^b	4.2 ^b	0.84 ^b	93.237 ^a													
		60%	00 ^b	00 ^b	00 ^b	31.933 ^b													
		80%	00 ^b	00 ^b	00 ^b	18.487 ^b													
		100%	00 ^b	00 ^b	00 ^b	3.36 ^b													
Naama	Concentrations des Extraits	0%	100 ^{abc}	100 ^{abc}	100 ^{abc}	100 ^{abc}	74.806 ^a	44.944 ^b	16.709 ^{b c}	27.205 ^c	100 ^a	73.968 ^b	50.385 ^c	15.294 ^d	5.848 ^d	00 ^d	**	**	*
		20%	164.52 ^a	105.653 ^{abc}	0.257 ^d	25.443 ^d													
		40%	119.537 ^{a b}	64.01 ^{bc}	00 ^d	17.993 ^d													
		60%	41.383 ^{cd}	00 ^d	00 ^d	19.793 ^d													
		80%	23.393 ^d	00 ^d	00 ^d	00 ^d													
		100%	0	00 ^d	00 ^d	00 ^d													

Les résultats sont représentés en valeurs moyennes ; F₁ : effet du facteur étudié type de solvant d'extraction, F₂ : effet du facteur étudié concentration ; * : Effet significatif du facteur étudié ; ** : Effet hautement significatif du facteur étudié ; NS : effet non significatif du facteur étudiée ; a, b, cetc. groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls ; n : nombre de répétitions, Int. (F₁×F₂) : Effets de 'l'interaction des deux facteurs étudiés (F₁ et F₂) Hex : hexane ; Méth : méthanol ; Eth : éthanol.

Tableau07. Effets des extraits de la *Menthe poivrée* prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur les diamètres d'inhibition d'*E coli*.

		<i>Facteurs</i>	<i>Int. des facteurs (F₁×F₂) (n=03)</i>				<i>Effets solvants (n=18)</i>				<i>Concentration des extraits (n=12)</i>						<i>F₁</i>	<i>F₂</i>	<i>(F₁×F₂)</i>
		<i>Solvants</i>	<i>Hex.</i>	<i>Méth.</i>	<i>Eth.</i>	<i>Eau</i>	<i>Hex.</i>	<i>Méth.</i>	<i>Etha.</i>	<i>Eau</i>	<i>Genta.</i>	<i>20%</i>	<i>40%</i>	<i>60%</i>	<i>80%</i>	<i>100%</i>			
Mostaganem	Concentrations des Extraits	Genta.	27.667 ^{ab}	27.667 ^{ab}	27.667 ^{ab}	27.667 ^{ab}	22.944 ^a ±3.467	19.333 ^b ±2.551	18.556 ^c ±2.049	12.111 ^c ± 2.251	27.667 ^a ±3.446	14.083 ^c ± 2.952	14.250 ^c ±3.016	16.333 ^{bc} ± 1.463	18.917 ^b ±1.692	18.167 ^b ±2.875	**	**	**
		20%	25 ^{abc}	11.667 ^{ef}	13 ^{def}	6.667 ^f													
		40%	20.667 ^{bcde}	16.333 ^{cde}	13 ^{def}	7 ^f													
		60%	18.33 ^{cde}	20 ^{bcde}	20 ^{bcde}	7 ^f													
		80%	29.333 ^a	23 ^{abc}	16 ^{cde}	7.333 ^f													
		100%	16.667 ^{cde}	17.33 ^{cde}	21.667 ^{abcd}	17 ^{cde}													
Naama	Concentrations des Extraits	Genta.	27.667 ^a	27.667 ^a	27.667 ^a	27.667 ^a	11.667 ^c ±1.037	15.278 ^b ±1.297	20.833 ^a ± 1.626	10.889 ^c ±0.911	27.667 ^a ± 1.211	9.25 ^d ±0.907	8.5 ^d ±1.15	9.667 ^d ±1.394	14.917 ^c ±1.776	18 ^b ±0.959	**	**	**
		20%	6 ^f	6 ^f	19 ^{cd}	6 ^f													
		40%	6 ^f	6 ^f	16 ^{de}	6 ^f													
		60%	6 ^f	9.667	17 ^{de}	6 ^f													
		80%	9.333 ^f	19 ^{cd}	21.667 ^{bc}	9.667 ^f													
		100%	15 ^e	23.333 ^b	23.667 ^b	10 ^f													

Les résultats sont représentés en valeurs moyennes ; F1 : effet du facteur étudié type de solvant d'extraction, F2 : effet du facteur étudié concentration ; * : Effet significatif du facteur étudié ; ** : Effet hautement significatif du facteur étudié ; NS : effet non significatif du facteur étudiée ; a, b, cetc. groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls ; n : nombre de répétitions, Int. (F₁×F₂) : Effets de 'l'interaction des deux facteurs étudiés (F₁ et F₂) Hex : hexane ; Méth : méthanol ; Eth : éthanol.

Tableau08. Effets des extraits de la *Menthe poivrée* prélevée des régions de Mostaganem et Naama sur les taux d'inhibitions d'*E coli*.

		<i>Facteurs</i>	<i>Int. des facteurs (F₁×F₂) (n=03)</i>				<i>Effets solvants (n=18)</i>				<i>Concentration des extraits (n=12)</i>								
		<i>Solvants</i>	<i>Hex.</i>	<i>Méth.</i>	<i>Eth.</i>	<i>Eau</i>	<i>Hex.</i>	<i>Méth.</i>	<i>Etha.</i>	<i>Eau</i>	<i>Genta.</i>	<i>20%</i>	<i>40%</i>	<i>60%</i>	<i>80%</i>	<i>100%</i>	<i>F₁</i>	<i>F₂</i>	<i>(F₁×F₂)</i>
Mostaganem	Concentrations des Extraits	Genta.	100 ^{ab}	100 ^{ab}	100 ^{ab}	100 ^{ab}	82.942 ^a	69.888 ^b	67.081 ^b	43.778 ^c	100 ^a	50.91 ^c	51.522 ^c	59.044 ^{cb}	68.385 ^b	65.672 ^b	**	**	**
		20%	90.377 ^{ab}	42.17 ^{fg}	46.993 ^{efg}	24.10 ^g													
		40%	74.41 ^{bcde}	59.04 ^{cdef}	47.027 ^{efg}	25.303 ^g													
		60%	66.273 ^{cdef}	72.30 ^{bcdef}	72.30 ^{bcdef}	25.303 ^g													
		80%	106.043 ^a	83.147 ^{abcd}	57.84 ^{def}	26.51 ^g													
		100%	60.25 ^{cdef}	62.663 ^{cdef}	78.323 ^{abcde}	61.453 ^{cdef}													
Naama	Concentrations des Extraits	Genta.	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	42.172 ^c	55.269 ^b	75.311 ^a	39.361 ^c	100 ^a	33.439 ^d	30.728 ^d	35.008 ^d	53.923 ^c	65.071 ^b	**	**	**
		20%	21.69 ^f	21.69 ^f	68.687 ^{cd}	21.69 ^f													
		40%	21.69 ^f	21.69 ^f	57.84 ^{de}	21.69 ^f													
		60%	21.69 ^f	35.197 ^f	61.453 ^{de}	21.69 ^f													
		80%	33.737 ^f	68.683 ^{cd}	78.33 ^{bc}	34.943 ^f													
		100%	54.223 ^e	84.353 ^b	85.557 ^b	36.15 ^f													

Les résultats sont représentés en valeurs moyennes ; F1 : effet du facteur étudié type de solvant d'extraction, F2 : effet du facteur étudié concentration ; * : Effet significatif du facteur étudié ; ** : Effet hautement significatif du facteur étudié ; NS : effet non significatif du facteur étudiée ; a, b, cetc. groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls ; n : nombre de répétitions, Int. ((F₁×F₂) : Effets de 'l'interaction des deux facteurs étudiés (F₁ et F₂) Hex : hexane ; Méth : méthanol ; Eth : éthanol ; Genta. : Gentamicine.

Conclusion

Au terme de cette étude et à travers les résultats obtenus il apparait que les extraits solution à l'hexane, au méthanol ; à l'éthanol et à l'eau de la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) récoltée dans les régions de Mostaganem et de Naama exercent des effets antibactériens certains contre la croissance du principal germe *E.coli* responsable des infections urogénital chez la femme.

La méthode de contact direct dévoile que la prolifération du germe sur le milieu spécifique est inhibée totalement ($p < 0.01$) avec les extraits purs de la plante prélevée des deux régions (Mostaganem et Naama).

La méthode des disques montre que le diamètre d'inhibition du germe *E.coli* est d'autant plus augmenté que les solutions inhibitrice sont fortement concentrées en extraits. Les extraits purs, ont par ailleurs montré des zones d'inhibitions proches de la gentamicine.

La concentration minimal bactéricide des extraits de la menthe poivrée collectée à Mostaganem ont été obtenues chez *E.coli* à des extractions éthanolique et aqueux purs de 100% et avec l'extrait à l'hexane de 20% et celui au méthanol concentré à 80%. Concernant, les extraits de Naama, la concentration minimal bactéricide d'*E.coli* est réalisée avec les extraits purs à l'hexane, et à l'eau de 100%, ainsi qu'avec les extraits au méthanol de 60% et l'éthanolique de 20%.

Tous les extraits expérimentaux ont dévoilé un effet de type bactéricide vis-à-vis de l'espèce microbienne *E.coli*.

Il est très intéressant de suivre en perspectives l'action de ces extraits de la plante (*Mentha x piperita*), ainsi que d'autres plantes médicinales (Romarin, Thym...etc.) chez non seulement *E.coli* : mais chez d'autres germes impliqués dans les infections urogénitales (*Candida albicans* - *Staphylococcus aureus*etc.).

Références bibliographiques :

Almas, K. and N.H. Al-Bagieh, 1999. The Antimicrobial effects of bark and pulp extracts of miswak, *Salvadora persica*. Biomed Letters., 60: 71-75.

Almas,K., 2001. The Antimicrobial effects of seven different types of asian chewing sticks. Odonto-Stomatologie Tropicale., 96: 17-20.

Belboukhari N. & Cheriti A., « Ethanomedical and antimicrobial studies of launea naudicnulus » EJEAF Chem. (2008), 7 (14) 2749.

Belboukhari N. & Cheriti A., « phytochemical investigation of the bioactive extract from launea arborescens » Pakistan J. Biol. Sci. , (2006), 9 (15) : 2930-2932.

Bergogne E B. Flores vaginales normales, vaginites et vaginoses bactériennes : diagnostique et thérapeutique. Elsevier Masson. 2007 ; 9 : 141 124.

Blumenthal M, Busse WR, Goldberg A et al. (Eds). 1998. The Complete German Commission E Monographs – Therapeutic Guide to Herbal Medicines. American Botanical Council: Austin.

Bourgeois, C. M. and J.Y. Leveau, 1980. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Volume 3 : Le contrôle microbiologique. Lavoisier : Tech et Doc., pp : 331.

Bruneton J. « Pharmacognosie- phytochimie, plantes médicinales » Ed. Tech &doc. (1999). p: 1120.

Bruneton, J., Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., revue et augmentée, Paris, Tec & Doc - Éditions médicales internationales, 2009, p:1288. (ISBN 978-2-7430-1188-8).

Benslama A., 2016. Substances d'origine végétale. Université Mohamed Khider-Biskra, Alger.

Caquet R., 2008 ; 250 examens de laboratoire ; 10 édition 420 page.

Cardon D., du chatenet G. (1990), Le guide des teintures naturelles, Delachaux et Nestlé, Neuchâtel-paris.

Chariti A., « Apport de la recherche sur les plantes médicinales du Sud-Ouest Algérien », CRSTRA, (2002).

Chariti A., Saada A., Belboukhari N., Hacini S., « the essential oil of *Bubonium graveolens* forssk » *Flav. Frag. j.* (2007) 22.286.

Collignon, A. (2002). Nutrition, Croissance bactérienne. Cours de bactériologie fichier pdf: 2, 3, 8.

Cowan M. M., Plant products as antimicrobial agents, *Clinical Microbiology Review*, 12 (4), 564–582, 1999.

Decaux I. (2002) phytothérapie : mode d'emplois Ed : Le Bien public .6-7.

Denis, F., E. Bingen, C. Martin, M.C. Ploy and R. Quentin, 2011. Bactériologie Médicale. 2nd Edn, Elsevier Masson, Paris, ISBN: 9782294725944, Pages: 640.

Delachaux et Niestlé. 500 plantes comestibles. Édition Paris 2013.p 260 - 261.

Delarras C.; 2007. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Lavoisier, ISBN: 2-7430.476p.

Delmas V., Gignac B.D., Douard R., Dupont S., Latrémouillr C., Le Minor J.M., Pirro N., Sèbe P., Vacher C., Yiou R. (2008). Anatomie générale. Édition © Elsevier Masson SAS.

Dhaouadi K., Raboudi F., Estevan C., Barrajo N E., Vilanova E., Hamdaoui M. ans Fattouch S. Cell viability effects and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian date Syrup (Rub et Tamer) Polyphenolic extracts. *J.Agric. Food Chemin.*2010 ; 59: 402-406.

Diane L. McKay et Jeffrey B. Blumberg, « A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.) », *Phytotherapy research: PTR*, vol. 20, no 8, 20 août06, p. 619–633.

Dibong, S. D., Mpondo, E. M., Ngoye, A., Kwin, M. F. (2011). Plantes médicinales utilisées par les populations bassa de la région de Douala au Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(3).

Dinckler A et A Husain, 1984.

Dorman H.J.D et Deans S.G Antimicrobial activity of plant volatile oils –journal of Applied Microbiology vol 88, n°2, pp308-316.2000.

Dupin H., CUQ L.J., Malewiak M., Leyhoud-Rouaud C., Berthier M., 1992. Alimentation et nutrition humaines. ESF éditeur, Paris, 1533p.

Duraffourd C., Lapraz J.C et Chamliir. « La plante médicinale de la tradition à la science ». 1997 Ed. Grancher .P538 .

Eberhard T, Robet A, Annelise L .2005 plantes aromatiques « épice, aromates, condiments et huiles essentielle « Tech & doc 314-315-316-317.

Eline, 2008, biologie humain. 8 éditions. Canada, p 7-544-

El-Kady IA, El-Maraghy SSM, Mostafa ME. Antibacterial and antidermatophyte activities of some essential oils from spices. Qatar University Science Journal 1993; 13:63-69.

Erraoudy F. Etude bactériologique des prélèvements cervico-vaginaux. Thèse pharmacie de Rabat. 2006; n°70.

Erdmann W.D et al .,1958.

Ferron, A. (1994). Bactériologie médicale. La Madeleine : Crouan et Roque ; p 377.

Flandrois, J.P. (1997). Bactériologie médicale, collection Azay, Presses universitaires de Lyon, 309 pages

Flèche C., 2012, Décodage biologique immunité, hématologie, andrologie et urologie ; le Souffle d'Or ISBN 978 2 84058 434 6.

Fouché J.C, A. Marquet et Hambuckers A (2000) .les plantes médicinales de la plante au médicament. Exposition temporaire du 19.09 au 30.06.2000.

Gazengel J-M., Orecchioni A-M. Le préparateur en pharmacie. 2ème édition. Ed. Lavoisier, Paris, 2013.

Gonthier R., 2000, Infection de sujet âge gériatrie, 25 :95-103, Paris.

Gonzalez – Tejero et al. , « Medicinal plants in the Mediterranean area : synthesis of the results of the project rubia » J. Ethnopharmacol. (2007), 116 : 341-357 .

- Gravot A., 2009.** Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux. Support de cours sur le métabolisme secondaire (Support de cours), Université de Rennes 1 – L2 UE PHR.
- Gueye, O. (2007).** Utilisation des méthodes biométriques dans l'identification de quelques bacilles Gram négative Thèse pharm. Dakar N° 36.
- Guignard, J. L., 2000.** Biochimie végétale. Dunod, Paris,p: 274.
- Guignard, J. L., 1998.** Botanique.11^e édition Masson.
- Hefendehl F. W., Arch. Pharm. 300 :438-448 (1967).**
- Hermann E. Jr et al ,1995.**
- Hmamouchi M.** Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. Editions Fedala, Mohammedia 1999.
- Hopkins W.G., 2003.** Physiologie végétale. De Boeck, Paris, 532p.
- Inoue T, Sugimoto Y, Masuda H, Kamei C. 2002.** Antiallergic effect of flavonoid glycosides obtained from *Mentha piperita* L. *Biol Pharm Bull* 25: 256–259.
- Inoue T, Sugimoto Y, Masuda H, Kamei C. 2001.** Effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) extracts on experimental allergic rhinitis in rats. *Biol Pharm Bull* 24: 92–95.
- Iscan G, Kirimer N, Kurkcuoglu M, Husnu Can Baser K, Demirci F. 2002.** Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oils. *J Agric Food Chem* 50: 3943–3946.
- Iserin P (2001).**encyclopédie des plantes médicinales, E.d .Larousse- Bordas Paris 14.
- Juergens UR, Stober M, Vetter H. 1998c.** Antiinflammatory effects of euclyptol (1,8-cineole) in bronchial asthma: inhibition of arachidonic acid metabolism in human blood monocytes ex vivo. *Eur J Med Res* 3: 407–412.
- Koffi A.G., Togo A.A., Yawo A.W., Eyana K.A., Patrick Y.H., Komlan B., Kossi K., Koffi A.**EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIMICROBIENNE DE MOMORDICA CHARANTIA (CUCURBITACEAE), PSIDIUM GUAJAVA (MYRTACEAE) ET PTELEOPSIS SUBEROSA (COMBRETACEAE) . *European Scientific Journal* December 2013 edition vol.9, No.36 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

Korshunov V., Gudieva Z., Efimov B., Pikina A. and al. The vaginal Bifidobacterium flora in women of reproductive age. Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology. 1999 ; 4 : 74-78

Kra, A.K.M., 2001. Evaluation et amélioration par séquençage chromatographique d'une action antifongique de MISCAs contre *Aspergillus fumigatus*. Thèse de doctorat 3ème cycle UFR Biosciences.Univ. Abidjan., pp: 126.

Lansac J. Extrait des Mises à jour en Gynécologie et obstétrique. Tom xxx, Paris 2006.

Lazrak, A., Fraisse, G., Leconte, A., Papillon, P., Souyri, B. (2014). Vers une méthodologie générique de modélisation par réseaux de neurones des systèmes énergétiques dans le bâtiment.

Le Minor L., Richard C. Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Copyright © 1993. Institut Pasteur, Paris. p 55-71.

Leelaprakash G., Caroline Rose J., Gowtham B.M., Javvaji P. K., Shivram P. A., In vitro antimicrobial and antioxidant activity of *Momordica charantia* leaves, Pharmacophore, 2 (4), 244-252, 2011.

Lepargneur, V. Rousseau. Rôle protecteur de la flore de Doderlein. Journal Gynecology Obstetric Reproductor. 2002 ; 31 : 485

Lorrain E. 100 questions sur la phytothérapie. Ed. La boétie, Italie 2013.

Lobril, J. R. (1998). Réévaluation du modèle de croissance de Monod : effets des antibiotiques sur l'énergie de maintenance. Thèse Université de Lyon I, France. 42, 77.

Maurice Nicole 1997. De l'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XX le siècle. Ed : Lavoisier .paris 12-14.

Marmonier AA. (1990) Introduction aux techniques d'étude des antibiotiques. Bactériologie Médicale, technique usuelles, 227-236.

Marouf A., « Dictionnaire de botanique » (2000) éd. Dunod. Pp 256.

Ménard J.P., Bretelle F. Déséquilibre microbiologique de la flore vaginale chez la femme enceinte. Controverse sur le dépistage de la vaginose bactérienne asymptomatique. La Lettre du Gynécologue - n° 334 - septembre 2008.

Minor L., Veron M., 1989 ; Bactériologie médicale 2eme édition.

Mitchell H. Vaginal discharge – causes, diagnosis and treatment. B.M.J. 2001; 328: 1306-17-J.P.

Moroh, J.L.A., C. Bahi, K. Dje, Y.G. Loukou and F. Guede-guina, 2008. Study of the antibacterial activity of Morinda morindoides (Baker) milne-redheat (rubiceae) acetatque extract (ACE) on in-vitro growth of Escherichia coli strains. Bulletin Societe Royale des Sciences Liege, 77: 44-61.

Nabli M. A., Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, tome I. Ed. MAB 1989 (Faculté des sciences de Tunis) ; 186-188 p.

Nauciel C., Vildé J.L.2005. Bactériologie médicale. 2 ème Édition Masson, Paris, .p125 - 126.

Norman R. , Fornsworth, Olayiola Akerele Audrey S. Bingel, Djaja D. Soejarto,& Zhengang Guo., « Place des plantes médicinales dans la thérapeutique ».Bulletin de l'organisation mondiale de la santé,(1986).27-44.1975

Ohara A, Matsuhisa T., « Anti-tumor promoting activities of edible plants against okadaic acid », Food Sci Technol Res, vol. 8,2002

Olivier G. Caractéristique et mode d'action des antibiotiques. 2007.

Pattnaik S, Subramanyam VR, Rath CC. 1995. Effect of essential oils on the viability and morphology of Escherichia coli (SP-11). Microbios 84: 195–199.

Pattnaik S, Subramanyam VR, Kole C. 1996. Antibacterial and antifungal activity of ten essential oils in vitro. Microbios 86: 237–246.

Pattnaik S, Subramanyam VR, Bapaji M, Kole CR. Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. Microbios 1997; 89:39-46.

Patrick B; Jean L.G; Michel S. Bactériologie -Bactéries des infections humaines. Édition© 1988 Médecine- Sciences Flammarion.

Pelt, J.M. (2001) Les nouveaux actifs naturels. Marabout. Paris

Perrière, G. (1992). Application d'une présentation par objet des connaissances de modélisation de certains aspects de l'expression des gènes chez E.coli UCBL. Thèse Université de Lyon I, France. 14, 77.

Piccaglia R, Marotti M, Giovanelli E, Deans SG, Eaglesham E. 1993. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. Ind Crop Prod 2: 47–50.

Pinon, A., M. Zwietering, L. Perrier, J. M. Membre, B. Leporq, E. Mettler, D. Thuault, L. Coroller, V. Stahl, and M. Vialette. 2004. Development and validation of experimental protocols for use of cardinal models for prediction of microorganism growth in food products. Appl Environ Microbiol 70:1081-1087.

Prabuseeninivasan S, Jajakumar M, Ignacimuthu S- In vitro antibacterial activity of some plant essential oils, BioMed central Complementart and Altematives Medicine, vol 6.n°39-2006 of essentiel.

Prescott, L.M., J.P. Harley and D.A. Klein, 2003. Microbiologie. De Boeck-Supérieur., pp: 1137.

Raven H., Evert R. F., Eichhorn S. E., 2000. Biologie végétale. De Boeck, Paris, 944p.

Riedacker A., Dreyer E., Pafadnam C., Joly H., Bory G., 1993. Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi arides. Jonn Libbbey Eurotext, Paris, 489p.

Rios j l., Recio M. C Medicinal plants and antimicrobiel activity journal of Ethnopharmacology, vol .100 ,pp 80-84.2005

Rossier C., « Introduction à la Systématique des procaryotes », (2002), Uni Genève (Sect. Biologie, Dpt. de Botanique et de Biologie Végétale), 7p.

Sarbhoy AK, Varshney JL, Maheshwari ML, Saxena DB. 1978. Efficacy of some essential oils and their constituents on few ubiquitous molds. Zentralbl Bakteriol Naturwiss 133: 723–725.

Sebai M. et Boudali M., 2012. La Phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel, infirmier de la sante publique. Institut de formation paramédical CHETTIA, Alger.

Sibery, G., Brahmadathan, K.n., Rajeswar, p., Lalitha, M.k., Mark C., Jacob, T.(2001). Comparison of different culture media and storage temperature for the long-term preservation of *Streptococcus pneumonia* Bulletin of the World Health Organization page 44.

Silvia C.C.T., Aline PPM., Sandra M B., Élen L. PROPERTIES OF MENTHA PIPERITA: A BRIEF REVIEW WORLD JOURNAL OF PHARMACEUTICAL AND MEDICAL RESEARCH ; wjpmr, 2017,3(1) Barbalho, 309-313.

Soma S.B. : Activité antibactérienne d'extraits d'*Euphorbia hirta* (Linn), une plante utilisée traditionnellement dans le traitement des infections urinaires [thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie]. Ouagadougou : Univ. de Ouagadougou, 2002.

Sosa M. E. et Tonn C. E., 2006.- Plant secondary metabolites from Argentinean semiarid lands: bioactivity against insects. *Phytochem Rev*, DOI 10.1007/s11101-006-9056-7.

Spichiger R.E., Savolainen V.V., Figeat M. , et Jean Monod D., « Botanique Systématique des plantes à Fleurs : Une Approche phylogénétique Nouvelle des Angiospermes des Régions Tempérées et Tropicales », (2002), 2^e Ed., coll. Biologie, presses polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), 413p.

Sultana, B., F. Anwar and M. Ashraf, 2009. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. *Molecules.*, 14: 2167-2180.

Tarnberg M., Jakobson., Jonasson J. and Forsum U. Identification of randomly selected colonies of lactobacilli from normal vaginal fluid by pyrosequencing of the 16S rDNA variable V1 and V3 regions. *Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica*.2002; 110(11):802-810.

Tattevin P.,2003, maladies infectieuses, Ellipses Edition Marketing S.A, ISBN : 2-7298-1497-3.

Tortora G., Derrickson B, 2006.principe d'anatomie et de physiologie. 4^e édition de boeck.

Tsai ML, Tung Wu C, Lin TF, Lin WC, Huang YC, Yang CH. Chemical Composition and Biological Properties of Essential Oils of Two Mint Species. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, August, 2013; 12(4): 577-582.

Références bibliographiques

Vi-pierre et marie curie ; 2003 ; bactériologie université paris--faculté de médecine Pitié-Salpêtrière

Weymar H., Buch der lippenblutler und Rauhlattgewachse, Neumann Verlag, Radebeul 1961.

Zhang X. 2002.WHO Traditional Medicine Strategy 2002–2005. World Health Organization: Geneva, Switzerland.

Zheng W, Wang SY. 2001. Antioxidant activity and phenolic compound in selected herbs. J Agric Food Chem 49: 5165-5170.

Zrihi, G.N., A.K.M. Kra and D.T. Etien, 2007. Étude botanique et évaluation des activités antifongiques de *Mitracarpus villosus* (MV) (Rubiaceae) et *Spermacoce verticillata* (SV) (Rubiaceae) sur la croissance in vitro de *Aspergillus fumigatus*. Revue Méd. Pharm. Afr., 20: 9-17.

Site web :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Escherichia.coli>.

<https://www.futura-sciences.com>.

Les milieux de culture :**▪ Gélose nutritif**

Pour 1 litre de milieu :

Peptone.....	5,0 g
Extrait de viande	3,0 g
Extrait de levure.....	2,0g
Chlorure de sodium.....	5,0g
Agar agar bactériologique.....	15,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$.

▪ Bouillon nutritif

Pour 1 litre de milieu :

Peptone.....	5,0 g
Extrait de viande	3,0 g
Extrait de levure.....	2,0g
Chlorure de sodium.....	5,0g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$.

▪ Muller Hinton agar

Pour 1 litre de milieu :

Hydrolysât de caséine	17,5 g
Infusion de viande.....	3,0 g
Amidon.....	1,5 g
Agar agar bactériologique.....	17,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,3 \pm 0,2$.

▪ **Muller Hinton - Bouillon**

Pour 1 litre de milieu :

Hydrolysât de caséine17,5 g
 Infusion de viande.....3,0 g
 Amidon.....1,5 g
 pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,3 ± 0,2.

▪ **Gélose EMB (Eosine Bleu de Méthylène)**

Pour 1 litre de milieu :

Peptone.....10,0
 Lactose.....10,0g
 Phosphate dipotassique.....2,0g
 Éosine jaunâtre.....0,4g
 Bleu de Méthylène.....0,065g
 Agar agar.....13,5g
 pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,0 ± 0,2.

▪ **Eau physiologique :**

Pour 1 litre de milieu :

Chlorure de Sodium.....9,0 g
 pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,0 ± 0,2.